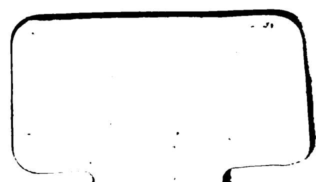
E n





L.C.P. Feb. 21. 1833. →

Johann Friedrich

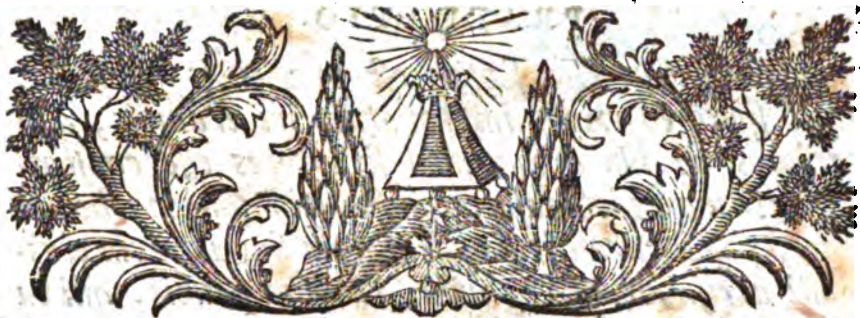
IO. FRIDERICI WEIDLERI
INSTITVTIONES GEOMETRIAE SVBTERRANEAE

EDITIO ALTERA
AB AVCTORE RECOGNITA



CVM FIGVRIS AENEIS

VITEMBERGAE
APVD GOTTLIEB HENRICVM SCHWARTZIVM
A. C. MDCCLI



PRAEFATIO EDITIONIS PRIMAE.

Ad artes inueniendas et amplificandas, nulla re magis, quam ſpe utilitatis, animi mortalium inflammantur. Teſtis Aegyptus, ubi anniuerſaria Nili inundatio geometriam peperit. Et in Germania, poſtquam abditae olim omnis generis metallorum uenae, abhinc pluribus ſeculis, detectae et perueſtigatae ſunt, occaſio inde nata eſt, geometriam ad ſpecus ſubterraneos metiendos accommodandi. Haec ars etiamſi inter noſtros foſſores egregie floreat, tamen cum, ob faſtidia et pericula, quibus ſtipata eſt, plerumque tantum tractetur a pragmaticis, mathematicarum ſcientiarum minus gnaris, et propterea ab ipſis obſcurius nec ſolide ſatis tradatur, feci periculum, eiusdem paulo accuratius formandae, et ex certis geometriae principiis de-*

 mon-

monſtrandae. Hic ſcopus eſt praeſentis opuſculi, quod ſpero eo minus improbatum iri eruditis, quo rariores de illo argumento ſcriptores eſſe conſtat. Conſtitueram idem inſerere inſtitutionibus mathematicis, poſt hydraulicam, ſed, quia ſingularium eiusmodi artificiorum cognitio, tantum paucis, qui ea aliquando in uſum transferre poſſint, conuenire uidebatur, malui ſeparatim edere, et numeros, quorum beneficio triangula rectangula commode ſoluuntur, ſubiungere. Ceterum Lectorem latere nolo, me, huius tractationis rectius ſuſcipiendae cauſa, ſuperiore anno Freybergam, *montanarum Miſniae urbium principem, petiiſſe, et non ſolum in profundas, quae a* S. Laurentio *nomen habent, fodinas deſcendiſſe, easdemque, et reliquum metallicae rei apparatum, luſtraſſe, ſed etiam, ſpeciatim de cryptarum dimenſione illuſtranda, cum peritiſſimis huius artis uiris egiſſe, et eorum obſeruatis inſtitutiſque profeciſſe. Dab. Vitembergae,*

Non. Ianuar. A. 1726.

---

* Petrus Ramus *Scholar. mathem. Lib. II. p. m. 63.* ſequentem in modum de arte laudata loquitur: *Cum itaque de mundi nobilibus ſcholis, ſtudioſe mortales omnes, qui aliunde peregre ad nos rediiſſent, percunctarer, nulla in gente tam multas mathematici ſtudii ſcholas comperiebam, publicis ſtipendiis ornatas, quam in Germania, cauſamque unam eſſe ſubterranea illa audiebam Plutonis regna, quod maxima principibus et liberis ciuitatibus penderentur tributa, e fodinis auri argentique et ceterorum metallorum, quae geometrico innumerabilium machinarum artificio praecipue ſuſtinerentur, ac ſarcirentur.*

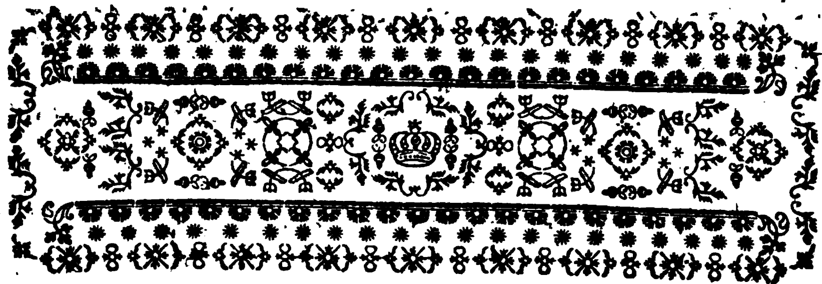
  





PRAEFATIO EDITIONIS SECVNDAE.

Erunt fortassis, qui uitio mihi uertent, quod denuo edam libellum, de Geometria subterranea olim conscriptum; postquam anno proxime praeterlapso, eiusdem artis praecepta, a uiris longo in ea usu exercitis, suo a me loco laudatis, multo melius luculentiusque tradita et illustrata sunt. Enim uero, cum bibliopola mihi affirmasset, opusculum hoc, cuius exemplaria pridem diuendita sunt, a nonnullis adhuc desiderari, uoluntati eius obsistere nolui, sed selecta saltem quaedam annotamenta, quae positionibus uberiorem lucem affundere posse uidebantur, passim inspersi. Vitembergae d. XX. Sept. A. MDCCL.



DEFINITIO I.



Geometria *subterranea* est ars fodinas metiendi. Germanis uocatur *die Markscheide-Kunst.*

DEFINITIO II.

2. Totum hoc artificium commode ad *tria* praecipua potest reuocari capita. *Primum* agit de *dimensione cryptarum*, secundum inclinationem ad horizontem, et directionem ad mundi plagas. *Alterum* docet *modum accedendi ad easdem*, tum ex terrae superficie, tum ex locis subterraneis, adeoque de distantiis puncti fodinae cujuslibet, a dato supra, uel infra terram, puncto disquirit. *Tertium* spectat ad *descriptiones fodinarum* ichnographicas, orthographicas et scenographicas.

CONSECTARIUM.

3. Inde fluit, tum usus huius artis ingens, tum officium mensoris. Nempe debet ille 1) definire *spatia*, infra quae metalla quaerere alicui est concessum. 2) monstrare accessum *proximum ad specus*. 3) indicare *uias*, per quas *aquae* e fodinis *abduci* queant. 4) determinare *extensiones*, *capita* et *concursus uenarum* et *fibrarum metallicarum*. 5) promouere *circulum aeris* in fodinis, et *exhalationem uaporum noxiorum*, et quae sunt similia. Vide plura de officio mensoris in GEORG. ENGEL-

HARDTI LOEHNEYS, *Bericht vom Bergwerck*, f. 212. seq. et ABR. A SCHOENBERG, *Berg-Information*, ed. Lipſ. 1693. f. [illegible]l. 110.

SCHOLION.

4. Primus, quantum reperire potui, de hac arte ſcripſit GEORGIVS AGRICOLA, medicus Chemnicenſis, qui anno 1550. eruditum opus *de Re metallica* libris XIII abſoluit, editum poſt eius mortem Baſileae, anno 1556. f. cuius editionis paginae in praeſenti tractatu indicantur. Libro enim III. p. 37. deſcribit inſtrumentum metallicum quod uocat, ſignificans mundi partes, ſiue capſulam, in cuius medio orbe cauo index magnetinus ſuper acu mobilis eſt, quem circulus in 24. partes, ſiue horas, diuiſus ambit. Docet, quod tot mundi partes faciant metallici, quot olim uentos numerarunt graeci et romani, quamobrem nomina uentorum uel plagarum latina horis inſtrumenti metallici adſcribit. Dum autem uſum compaſſi, pro ſitu flexuque uenarum explorando, exponit, iubet p. 38. ut, propter naturam magnetis, qui ferrei indicis aciem in meridiem dirigit, metallicus iam deſcriptum inſtrumentum ſic ſtatuat, ut ortus ei ſit ad ſiniſtram, occaſus ad dextram. Quarto libro formam demenſi, quadrati et longi, quinto artis menſorum principia enarrat. Agit enim de triangulorum diſcrimine, ſemicirculo et circulo, et ſigula eiuſdem, de pertica menſorum, libella ſtatiua et penſili, ſiue ſemicirculo ancis praedito, quo ex funiculo ſuſpenſo, quantum fodina uel cuniculus uel inclinetur, uel aſſurgat, innoteſcit: nec non de inuenienda puteorum et fodinarum longitudine et inflexione, et de diſtantia locorum in fodinis, et in ſuperficie terrae, deſignatorum, dirimendisque, quae inter poſſeſſores uenarum oboriuntur, controuerſiis, nec non de terra perfodienda, ut foſſae latentes uel cuniculi producantur. Verum haec, et alia ſimilia, tantum ſummatim commemorat, ut ſolutio quaeſtionum huiusmodi ex AGRICOLA ſatis intelligi et diſci nequaquam poſſit. Haud diu poſt AGRICOLAM geometriam ſubterraneam, tractatu germanico data, opera tradidit ERASMVS REINHOLD, medicus Salveldenſis in Thuringia. ERASMI aſtronomi filius, titulum libello fecit: *Vom Marſcheiden kurzer und gründlicher Unterricht*, prodiit, una cum geometria practica, Erfurthi a. 1574. 4. In praefatione monet, utrumque librum a patre coeptum, a ſe uero abſolutum eſſe. Neceſſariam autem putauit, eius editio-

editionem, quia paucis tum ars nota erat: scilicet quippe ab empiricis occultata, qui tamen propter imperitiam, in ipsa praxi saepius aberrabant. In principio compassi uulgaris imperfectionem accusat, cuius exiguus circulus partium minutarum diuisionem non capit. Quapropter quadrantem nouum ligneum substituit, cuius radius pedis magnitudinem habet: arcus uero in partes 540, siue singula dena minuta, diuiditur. Huic applicat indicem, dioptras et filum cum pondere, in eoque loculum orbicularem cauat, ubi acus magnetica uitro tecta asseruatur, ut organo sic instructo, tam casus uenarum et fodinarum, quam directio in plagas horizontis subtilius dignoscatur: praeterea libellam semicircularem, uncis praeditam, laudat, cuius etiam AGRICOLA p. 104. meminit. His organis, adminiculo tabulae sinuum contractae, singulis denis minutis gradus accommodatae, ubi sinus totus partium 1200 assumitur, mensionem fodinarum aggreditur, eiusdemque regulas uel praecepta, sed nuda, et absque demonstratione, atque ideo obscurius, tradit. Ipsae problematum solutiones eiusmodi sunt, ut in longioribus fodinis, et multangulis, uix absque errore, uel saltem magna cum molestia, locum habere possint. Scilicet REINHOLDI aetate ignotus adhuc erat compassus pensilis, qui reperiundis fodinarum flexibus uariis, nihil impediente earum lapsu, inseruit. Postquam enim hoc instrumentum metallariis obuenit, tota geometria subterranea nouam faciem induit. Dn. BEYERVS in *geom. subt. p. 27.* inuentorem eius laudat BALTHASAREM ROESLERVM, dignum omnino, cuius memoria hic recolatur. Floruit ROESLERVS seculo superiore, et geometriam subterraneam exercuit GRAESLIZII, in patria sua a. 1634. deinceps a. 1649. seq. Freibergae et Altenbergae, ubi a. 1673. anno aetatis 67, uitam cum morte commutauit. Haud diu ante obitum finiuit opus eximium, cui titulum fecit: *Berg-Bau-Spiegel*, libris VI comprehensum, in quo omnia, quae ad metalla eruenda, praeparanda, fodinasque et machinas instruendas, conseruandas, totamque rem metallicam prudenter administrandam, pertinent, copiose et solide enarrat. Speculum hoc metallariorum annis quinquaginta in priuatis scriniis latuit, et ab harum rerum studiosis saepe descriptum et magni aestimatum fuit; qualem codicem manu exaratum ante aliquot annos nactus sum: ex archetypo idem edidit, et a mendis, quae describentium incuria irrepserant, purgauit, ROESLERI nepos, IO. CHRISTOPHORVS GOLDBERG,

BERG,

BERG, Magiſter metallariorum, et Geometra Altenbergenſis, Dreſdae, 1700. fol. idem de sui meritis in rem metallicam, et de emendata eius ſtudio geometria ſubterranea, in praefatione diſſerit. Quamquam autem ex his teſtimoniis, quam egregie ROESLERVS geometriam ſubterraneam locupletauerit et perfecerit, ſatis conſtat, ipſe tamen ROESLERVS in *Specul. metallar. Lib. IV. Cap. I.* ubi de eadem arte generatim diſſerit, tam modeſtus eſt, ut incrementorum, quae ſua opera et ingenio illi arti acceſſerunt, nullam omnino faciat mentionem.

A. 1686. Islebiae f. NICOLAVS VOIGTEL, Decumanus Islebienſis, germanico idiomate uulgauit *Geometriam ſubterraneam, oder Markſcheide-Kunſt*, recuſ. ibid. a. 1713. f. capitibus XXV. abſoluitur. Praemittit logiſticae decimalis praecepta, et nonnullas geometriae ueritates elementares, deinceps agit de organis menſorum, magnete, tabulis ſinuum et uſu earum; tum menſionem fodinarum, etiam earum, in quibus ferri minera magnetis directionem perturbat, nec non librationis, et deriuationis aquarum artificia docet, praecepta exemplis et figuris perſpicue illuſtrat, et monita ac cautiones, ad praxin feliciter exercendam utiles, immiſcet.

A. 1710. Francofurti ad Oderam, 8. LEONH. CHRISTOPHORVS STVRMIVS, in appendice compendii mathematici, germanice conſcripti, pag. 44. de geometria ſubterranea quaedam tradit, ſed tantum in primis artis illius rudimentis ſubſiſtit.

A. 1744. Berolini, 4. prodiit IO. GOTTFRIED IVGELII *gründlicher und deutlicher Begriff vom Bergbau, Schmelzweſen und Marckſcheiden*, ubi idem argumentum ſummatim et conciſe pertractaſſe dicitur. Ipſum opus nondum uidi. Conf. ANON. *prolegom. geom. ſubterr. p. 21.*

Denique anno ſuperiore 1749 duo egregia huius generis opera prodierunt, in quibus geometria ſubterranea, qualis hodie floret, a uiris eius rei peritiſſimis, tam luculente, tam copioſe et ſolide, explicatur, ut nihil eorum, quae ad fundamenta cognoſcenda, et ad praxin rite tractandam pertinent, deſiderari in poſterum poſſe uideatur. Alterum titulum gerit: *Anleitung zur Markſcheide-Kunſt, nach ihren Anfangs-Gründen und Ausübungen kürzlich entworffen*, Dreſdae 1749. 4. in fine accedunt tabulae logarithmorum numerorum uulgarium ab 1. ad 20000; nec non cathetorum ex baſium trianguli rectanguli, pro incl-

clinatione hypotenusae, ad singula minuta quinque, totaque tractatio methodo geometrarum digesta est. Auctorem huius libri esse Illustrem Dn. FRIDERICUM GUILIELMUM DE OPPEL, in regia rerum metallicarum praefectura suprema Freybergae consiliarium, ex nouis literariis Lipsiensibus anni 1749. mens. Iul. p. 541. didici. Alterum inscribitur: *Gründlicher Unterricht vom Bergbau, nach Anleitung der Markscheide-Kunst*, auctore AUGUSTO BEYERO, Regio rerum metallicarum Commissario, Geometra, Senatus Scabinatusque Freybergensis Assessore, Schneebergae 1749. f. Scilicet amplissi. Dn. BEYERUS, postquam continuis annis LII publico mensoris officio magna cum laude functus est, et intra tam longum tempus, multos hanc artem docuit, et cum discipulis praecepta sua iampridem communicauit, tandem rogatu hortatuque amicorum permotus, ea auctius et correctius in lucem edidit, et communi discendi cupidorum usui laudabili solertia destinauit.

DEFINITIO III.

Figur. 2. 5. In triangulo rectangulo ABC, AB cathetus, germ. *Seigere-Teuffe*, BC, basis, germ. *Sohle*, AC hypotenusa, germ. *die Fläche*, it. *Donlege*, uocatur.

DEFINITIO IV.

6. Horae, *Stunden*, sunt partes uigesimae quartae circuli, qui in pyxide acum magneticam cingit. Et quaelibet pars horaria in octo aequales diuiditur.

SCHOLION.

7. Quamobrem autem mutauerint mensores diuisionem circuli communem et peruetustam, in gradus 360, quippe quae iam dudum PTOLEMAEO *Magn. Compos. Lib. I. Cap. VIII.* placuit, et quare in eius locum sectionem in particulas 192 receperint, illius rei non incongruam uidentur rationem reddere, qui suspicantur, ideo id fuisse factum, quia in paruo circulo, cuius diameter est 2 uel $2\frac{1}{2}$ digitorum, partes trecentesimae ex sexagesimae nimis euadunt minutae, ut non satis accurate ab apice acus monstrentur, partes uero octauae horarum,

in

in exiguo eiusmodi ambitu, paulo magis conspicuae sunt, ut, in tenebris cryptarum, candelae lumine satis illustrari possint. Interim recepta illa diuisione minutorum 192 constat, semicirculum 96, et quadrantem 48 particulas continere.

DEFINITIO V.

8. Singulae horae sex, cuiuis quadranti debitae, a plaga proxima nomen habent. Itaque circa meridianam utrimque positae horae 12-3 et 9-12, dicuntur *meridionales*, uel *septentrionales;* quae autem sunt prope puncta orientis et occidentis utrimque collocatae, a 3-6 et 6-9, *orientales* et *occidentales* nominantur.

DEFINITIO VI.

9. *Cauerna perpendicularis* AB a summo ad cryptas demissa, per quam eo descenditur, uel aer admittitur, uel metalla extrahuntur, inposterum *puteus*, germ. *ein Schacht*, dicetur. Eius amplitudo differt, prouti uel soli descensui destinatur, uel una extrahendis ex cauerna metallis et lapidibus, machina nempe tractoria, super eum statuta, aptatur; priore casu, perticae metallicae dimidiae latus sufficit, altero casu, latitudo dimidiae perticae seruatur, et longitudini pertica una additur. *Figur. 1.*

DEFINITIO VII.

10. *Cryptarum* uel specuum (*Gruben*) nomine generali inposterum significabimus caua subter terram facta. Appellationes reliquas, germanis praesertim usitatas, onomasticorum scriptores deinceps laudandi exponunt.

DEFINITIO VIII.

11. Inter cryptas inprimis memorabilis, et peculiaribus quoque iuribus a reliquis secreta est, quam *cuniculum*

(*Stolln*) dicunt. Qui nempe decliuo ductu, per unam pluresue fodinarum regiones, (ſympoſia, *Zechen*) agitur, ut per eum ad fodinas aeris liberi circulus producatur, halitusque foſſoribus noxii auertantur, et aquae etiam undiquaque ex terra prorumpentes, collectaeque, in proximas ualles deriuentur.

DEFINITIO IX.

12. *Situs* ſpecuum, tum qua obliquitatem ad horizontem, ſiue lineam horizontalem, tum qua partes uel plagas mundi, ſpectari poteſt. De poſteriore, ſuo loco agetur. Quoad primum uero, hic explicanda eſt diuiſio cryptarum *in ſurgentes*, uel *aſcendentes*, (*ſteigende*) et *in cadentes*, (*fallende*) *illae* ſunt, quae ſupra horizontalem, in qua obſeruatio inſtituitur, ad uerticem attolluntur, ſiue, in quibus filum, ex quo pondus in libella dependet, ante normalem cadit. Cadentes ſunt, quae infra horizontalem, in qua fit obſeruatio, inclinantur, ſiue, in quibus filum libellae a pondere ſuo poſt normalem trahitur. Obliquitas fodinarum uocatur germanis menſoribus *die Donlege*.

CONSECTARIVM.

13. Haec de ſurgentibus uel cadentibus fodinis obſeruatio omnino ad mutuam proximarum poſitionem pertinet. Nam dum deſcendit menſor per cauernam inclinatam, caſum eius notare debet, ſi uero ex imo ſurſum pergendo menſuras caperet, fieret aſcendenti ſurgens fodina, quae deſcendenti cadens erat. Quamobrem ad locum, ubi inclinationes notantur, reſtrictas uolui definitiones. Praeterea, cum eleuationes uel caſus ſpecuum perpendiculis aeſtimentur, apparet, pro eadem hypotenuſa ſimiles eſſe cathetos aſcenſus uel caſus, de quo inferius dicendi locus erit.

DEFI-

DEFINITIO X.

14. *Loci* uocabulum uarias penes metallarios significationes habet: 1. *Locus* (*Ort*) notat extremum fodinae, quousque porrectum est. Et hoc speciatim *locum terminatum* (*ganz Ort*) nominant. 2. *Loca* (*Oertungen*) finitoribus sunt quaeuis definita fodinarum puncta, nonnunquam etiam signis, u. gr. crucis, lapidi insculptis, distincta. Quibus quando respondentia in externa terrae superficie monstrantur, praxin talem artifices uocant, *Oertung an Tag ausbringen.* Et *palus* pro loco signando positus, *localis*, *Ortpflock*, *Ortpfahl*, *lapis* uero *terminalis*, in extremo areae, uel soli ad fodinam relati, *der Lochstein*, germanis dicitur.

SCHOLION.

15. Haec de praecipuis nominibus, ad institutum nostrum inprimis spectantibus, praemonenda erant. Reliqua uocabula technica metallifossoribus usitata, iam olim prolixe enumerauit, et latine uertit GEORGIVS AGRICOLA, sub finem operis de *re metallica*, *p.* 539. *seq.* praeterea eadem peculiari indice alphabetico explicata occurrunt, in ABRAHAMI A SCHÖNBERG *Berg-Information*, ed. Lipsiae 1693. f. ROESLERI *Speculo metall.* sub fin. G. C. KIRCHMAIERI *Institutionibus metallicis*, Viteb. a. 1687. 4. CHRISTIANI BERWARDI *Lexico peculiari*, Francof. 1684. 4. ed. item *in* ANON. *ueueröfneten Bergwerk*; qui tractatus insertus est *Part. III. des geöfneten Ritterplatzes*, *Num. II. p.* 127. add. D. CHRISTOPH. HERTWIG *vollkommenes Bergbuch*, ed. Dresdae 1710. fol. et IO. CHRISTOPH. NEHRING *Lexicon politicum*, Append. II. *von Bergwerks-Terminis.* Superest, ut instrumentorum necessariorum descriptionem afferam.

DEFINITIO XI.

16. Mensura, finitoribus metallicis usitata, est pertica breuior, quam *ulnam* siue *orgyiam* nominabimus, quia lineae, quae inter manus expansas continetur, fere aequalis

eſt. Germanice *Lachter*. (GEORG. AGRICOLA, de *Re metall. Lib. IV*. paſſum uocat.) Haec ulna in octo partes quaſi totidem pedes diuiditur. Octaua pars decadem digitorum capit, qua ratione ulna 80 digitos complectitur. Digitus uero iterum in 10 lineas uel ſcrupulos ſecatur, atque ita ulna menſorum capit 800 lineas uel minuta, eidemque proportioni etiam tabulae accommodatae ſunt. Longitudo huius perticae non ubiuis eadem eſt; *Freybergae* capit $3\frac{1}{2}$. ulnas breues, ſiue cubitos Dreſdenſes, et ſi Freybergenſi tribuantur partes 500. *Ioachimthalenſis* habet ſimiles minutias 493. *Islebienſis* 507. *Clausthalenſis* 485. Vlna Freybergenſis 6 pedibus, 3 digitis, $10\frac{3}{4}$ lineis Rhenolandicis aequiparatur.

SCHOLION I.

17. Numerus ulnarum metallicarum et partium eius opportune deſignatur circulo et uirgulis, quibus notis hodie in geometria practica perticae et partes eius ſignificari ſolent,

e. gr. $\overset{0}{4}, \overset{\prime}{5}, \overset{\prime\prime}{7}, \overset{\prime\prime\prime}{9}$ denotant 4 ulnas, 5 pedes ſ. partes ulnae octauas, 7 digitos pedis decimales, et 9 ſcrupula, quae prima uel minuta nominantur; quamuis nomen linearum, in geometria practica uſitatum, rectius illis congruere uideatur. Ceterum, ſeruata hac ulnarum partitione, arithmeticae mediocriter peritus facile intelliget, quomodo talium numerorum heterogeneorum additio, ſubtractio, multiplicatio et diuiſio fieri debeat. Scilicet *additio* et *ſubtractio* reductione ad ſpeciem minimam opus non habet, (§. 48. 53. arith. citantur autem in hoc tr. paragraphi inſtitutionum matheſeos, a me quartum editarum) quia in lineis uel minutis et digitis, quotiescunque decas in ſumma continetur, toties unitas ad proxime ſequentem claſſem addi debet, uel quoties octonarius in ſumma pedum eſt, toties unitas ad ſpeciem ſupremam ulnarum accedit: in ſubtractione uero unitas, quam proxime maior ſpecies mutuatur, uti loquuntur, uel decas eſt digitorum et ſcrupulorum, uel octonarius, ſi unitas ulnae in pedes reſoluatur,

e. gr.

	° ′ ″ ‴			
e. gr.	18, 7, 1, 6.		28274.	
	9, 3, 5, 8.	add.	18716.	subtr.
	28, 2, 7, 4.	Summa.	9358.	differentia.

Multiplicatio itidem absque reductione peragitur, praesertim, si numerus multiplicans paruus sit; in locum enim maioris factores dispersi substituuntur. (§. 76. arith.) Quae uero in singulis productis continentur integra, diuisione per 10, in digitis et lineis, uel per 8, in pedibus, facile reperiuntur, et ad proxime sequentem maiorem speciem referuntur,

e. gr. 4579. (° ′ ″ ‴)
6.
factum. 28274.

per factores dispersos factum.

4579. X 6.
9358. 2.
28274. 3.

In *diuisione* satius est, reductionem adhibere ad speciem minimam, eaque per datum numerum diuisa, quotum, qui prodit, denuo ad species maiores reuocare. Prior praxis multiplicatione cuiuslibet speciei maioris per partes suas, altera diuisione speciei minoris quotientis per partes, ex quibus componitur, absoluitur, quemadmodum in arithmetica heterogeneorum docetur. (§. 77. arith.)

e. gr. 28274. (° ′ ″ ‴)
8.
226. pedes.
10.
2267. digiti.
10.
22674. minuta s. lineae.

fiat reductio ad species minores, addito semper ad facta numero speciei similis, qui in exemplo occurrit.

22674 | 3779. lineae.
diuisor. 6

fiat linearum ad species maiores reductio per diuisionem:

digiti.

digiti. pedes.

5

37759	3757	37	4 ulnae, 5 pedes, 7 digiti, 9 minuta.
10	10	8	

SCHOLION II.

18. VOIGTEL sub principium libri sui, doctrinae caussa, et ob facilitatem calculi decimalis, ulnam in 10 partes secuit, decimam in 10. alias diuidi uoluit, partes eiusmodi decimales ipsi ueniunt nomine scrupulorum, primorum, secundorum, tertiorum, iisdemque quibus geometrae perticam, pedes, digitos et lineas notant, characteribus *o. i. ii. iii.* significantur. Verum nondum illa methodus, in se licet laudatissima et perfectissima, omnibus sese probauit, quare usitatam diuisionem retinere, et tabulas quoque illi conformare malui.

SCHOLION III.

19. Cum magnitudo ulnae fossorum fere aequalis sit mensurae molitorum, summus aliquis et rerum metallicarum peritissimus uir suspicatur, quod forsan hi primi metallis in Misniae montibus indagandis operam dederint, uel saltem regendis eiusmodi laboribus adhibiti fuerint, tanquam gnari artificiorum, quibus aquae opportune deriuantur, et machinamenta uaria componuntur. Hanc mensuram metallicam GEORGIVS AGRICOLA de *re metall. Lib. IV. p. 55.* ex graecorum consuetudine ad germanos defluxisse arbitratur, quia pes metallicus prope accedit ad longitudinem pedis graeci.

SCHOLION IV.

20. Vt ulna metiendis cryptis recte applicetur, definitur tenuibus filis aeneis connexis, praeterea tamen filum cannabinum, spissitudinem caulis pennae habens, in quo ulnae aliquot lamellis cupreis appensis numerantur, ad manus esse debet, ut extra fodinas serena tempestate mensio eodem suscipiatur, et in fodinis quoque idem extendatur. Intra terram uero, utpote ubi plerumque humidus aer est, filum tale saltem inueniendae cryptarum directioni seruit, longitudo linearum ulna orichalcea uel lignea mensuratur. nam funiculi humoribus imbuti repente contrahuntur. (§. 44. Aerometr.) Sed ne longior funiculus pondere suo curuetur, et inclinationem linearum perperam significet, ultra sex uel octo passus extendi non debet. Vtile etiam est,

eſt, afferre in fodinas, quatuor uel ſex *cochleas aereas*, capulis ligneis inſtructas, quibus tanquam terebris funiculus tenſus firmari locis opportunis queat. Figura O cochleae imaginem ob oculos ponit. *Tab. I.*

DEFINITIO XII.

21. *Libella*, *Waſſer-Waage*, *Grad-Bogen*, eſt ſemicirculus ex tenui orichalci lamella paratus, in ſingulos gradus integros et dimidios, uel partes gradus quartas, diuiſus, uncinulis conuerſis, et pondere, ex filo in centro firmato, uel ex pilo equino, penſili inſtructus, diametrum habens 6 digitorum. *Figur. 3.*

SCHOLION I.

22. Compoſitio libellae ex Figur. 3. perſpicua eſt, opera modo detur, ut gradus accurate diuidantur, et ut leue ſit organon, ne funiculum oneret aut incuruet: unci libellae et compaſſi penſilis uel in unam partem, uel reciproce, alter prorſum, alter retrorſum curuantur. Nec abs re erit, pro uncis formandis laminas arctius comprimere, ut elaterio inſtructae funiculum, quem ambiunt, tenacius complectantur, et ut eo, quo ſuſpenſa ſunt organa, loco, conſtanter haereant. Magis tamen haec obſeruatio ad compaſſum penſilem, quam ad libellam, ſpectat. Nam in hac liberi et aperti unci ſint oportet, quia comprimendo uel dilatando facile turbatur parallelismus diametri et funiculi, intra uncos libellae extenſi. Situ autem illo mutato, angulorum indicatio fallit.

SCHOLION II.

23. Pro imitandis, qui libella reperti ſunt, angulis, transportatorium, quod a uulgari non differt, adhibetur.

SCHOLION III.

24. Vſus etiam eſt frequens ponderis ſolitarii, quod perpendiculum uocant, quod ex filo ſuſpenſum, ad puteorum altitudines metiendas ualet.

DEFINITIO XIII.

Figur. 4. 25. Compaſſus penſilis (*der Heng-Gruben- oder Berg-Compaß*) eſt annulus aeneus latior ECFD, uncis A et B, alioque annulo graciliore CGD, tranſuerſe in medio prioris poſito, praeditus. Intra duos hoſce annulos ex axibus, qui foraminibus in graciliore annulo exiſtentibus, inſeruntur, ſuſpenditur arcula, uel pyxis KH, in qua acus magnetica ſtilo acuminato impoſita iacet. Diameter pyxidis eſt duorum cum dimidio uel trium digitorum. In fundo eiuſdem, circa acus fulcrum, circuli peripheria deſcribitur, et in partes ſiue horas XXIV, quarum quaelibet iterum octo minutias capit, ſecatur. Plagae autem orientis et occidentis inuerſe ſcribuntur, nempe ubi in uulgaribus compaſſis occidens ponitur, ibi in compaſſo metallico oriens collocatur.

CONSECTARIVM.

26. Cum itaque in annulo tranſuerſario, pyxis circa axes ſuos facile mobilis, et praeterea utraque parte aequaliter librata ſit, ſeruabit ea ſemper ſitum horizonti parallelum, etiamſi compaſſus ex funiculo aliquo inclinatoque ad horizontalem pendeat: Quam uirtutem huius inſtrumenti non poſtremam eſſe, ex pragmatia, cui applicatur, uberius intelligetur.

SCHOLION I.

27. Vtar, Lectoris uenia, uocabulo compaſſi nouo, quia inſtrumentum ipſum nouum eſt, ueteribus, quantum conſtat, ignoratum, alias potuiſſem *amuſſium* cum VITRVVIO uocare, cuius beneficio plagarum mundi ſitus inueſtigabatur. Nec ineptum eſſet nomen *uorſoriae* uel *uerſoriae*, quod legitur in PLAVTI *Mercatore Act. V. Scen. II. v. 34.* inquit enim, *huc ſecundus uentus eſt, cape modo uorſoriam.* Siquidem ibi inſtrumentum nauticum, remonem ſcilicet aut funiculum, cuius beneficio nauis uelumue ſecundum auram uertebatur, ſignificari, uix uidetur dubitandum. Sed diſparilis tamen magneticae acus utili-

tas

tas est, quapropter nouum notissimumque nomen merito retinetur. AGRICOLA sub finem operis de *re metall.* compassum uocat instrumentum metallicum, significans mundi partes. Compassi enim pensilis inuentum aetate AGRICOLAE posterius est. Siquidem *Libro V. pag. 104. seq.* ubi mensorum organa describit, tantum, praeter libram, pyxidis magneticae iacentis facit mentionem. Compassum hunc iacentem circa finem seculi XIV in usu esse coepisse, antea uero solum quadrantem in metiendis fodinis adhibitum fuisse, affirmat DN. BEYERVS, in *praef. Geom. subterr. pag. 3.* et *Part. II. Cap. I. pag. 26.* et AGRICOLAE librum quintum, *de natura fossilium, p. 246.* testem laudat. Enim uero ibi AGRICOLA tantum mentionem facit ALBERTI MAGNI, qui circa medium seculi decimi tertii floruit, quodque eius aetate magnes repertus fuerit, qui una parte ferrum ad se traheret, abigeret a se altera contraria; de quo experimento postea §. 43. dicetur. Interea non caret probabilitate BEYERI sententia, si quidem pro certo hodie reputatur, uim magnetis, dirigendi se, et ferrum a se tactum mobile, in utrumque polum, ineunte seculo decimo quarto innotuisse: et credibile est; tam utile fossoribus inuentum, circa eiusdem seculi finem, ad eorum notitiam peruenisse.

SCHOLION II.

28. Spectat hoc instrumentum ad commode inueniendum fodinarum situm, et directionem ad plagas mundi. Inprimis uero nobis hic explicandum uenit, quam ob causam contraria ratione plagas occidentis et orientis finitores scribant: Scilicet, suspenditur compassus ex funiculis ea lege, ut semper notae S et M, quae septemtrionali et meridionali plagae adscriptae sunt, adeoque tota linea S M incidant in axem, siue lineam directionis, ipsius fodinae, cuius positus quaeritur. Et continuo quidem signum S prorsum, siue in anteriorem partem, uertitur. Quando igitur inuerse scribuntur signa Occid. et Orient. acus magnetica, ea parte sua, quae in septentrionem respicit, monstrat plagam, in quam fodina porrigitur. Ingeniose autem compassum suum ita composuere finitores, quia iam ipsa acus horam uel plagam, in quam fodina uertitur, septentrionali extremo indicat. Fac enim, cryptam a septentrione in orientem, siue a linea meridiana dextrorsum flecti, linea SM, funiculo extenso parallela, tantundem a linea meridiana, cui semper acus imminet, recedit, et punctum acus S in quadrante

drante ſiniſtro horam orientalem ſignificat; contrarium uero contingit, quando S uertitur in plagam occidentis, cuius conuerſae plagarum inſcriptionis utilitas inſpecto compaſſo ſtatim in oculos incurrit.

DEFINITIO XIV.

Figur. 5. 29. *Inſtrumentum lineationis (das Zuleg- oder Zeichen-Inſtrument*, it. *der Zulege-Compaß*,) eſt loculamentum aeneum rectangulum, dioptras DR habens, in quo compaſſus pendulus, ex annulo ſuo exemtus, horizontali ſitu poni et firmari poteſt. Linea circuli horarii SM, imponitur lineae DR, ſuper qua dioptrae (ſeſquidigitum altae, et circa axem mobiles, ita ut demitti, et eleuari iterum poſſint) conſiſtunt. Longitudo organi eſt 6 uel 7, latitudo 4 digitorum; diſtinctior eiuſdem imago Fig. V. Tab. IV. ab oculos ponitur.

SCHOLION I.

30. Vſus eius eſt, ut ductus, compaſſo penſili inuenti, horizontaliter in charta delineari queant, de quo deinceps plura; quoniam autem in charta, pro ducendis rectis lineis, officium facit, commodius erit, ſi baſis ex duriore ligno u. c. hebeno paretur. Aes enim chartam maculare ſolet.

SCHOLION II.

31. Debet igitur ſolicite cum penſili compaſſo componi, ut perfectus lineae SM Fig. 6. et laterum AE, DR, BC, Fig. 5 obtineatur paralleliſmus. Et ne pyxis magnetica ſuum in locum repoſita uacillet, aut facile motu inſtrumenti, a ſitu debito dimoueatur, annulus aeneus elaſticus illi loculamento inſeritur, qui pyxidem ambit, et ad eam commodius retinendam cochlea comprimitur. Pinnula organi altera aliquot parua foramina habet, reliquam partem integra eſt. Altera uero pinnula in medio exſecta eſt, in cuius medio uel filum foraminibus dioptrae oppoſitae parallelum, uel aenea lamella ſimiliter parallela, extenditur. Nonnulli iuxta loculum pyxidis etiam horizontale horologium deſcribunt, in quo ſtili officium filum ſericum obit, quod

per

per pinnulae foramen ex centro horologii ducitur. Et tale illi, quod ego possideo, insculptum est: quod usu non destituitur, quando mensor sine portabili horologio montanas regiones permetitur. Praeterea sic capsula fit longior, iuxta quam dioptrae, $2\frac{1}{2}$ dig. altae, applicari queunt.

SCHOLION III.

32. Vtriusque instrumenti comparatio fit sequenti modo. Nempe in planitie aliqua duo ponuntur baculi, distantes 100 passibus; alteri admouetur instrumentum lineationis, et per pinnulas oppositus baculus respicitur. Tum etiam extra pinnulas, iuxta regularum AE, CB ductum, spectatur, immoto organo, idem baculus, si utrimque baculus in linea AE, DR positus deprehenditur, recte se habet instrumentum. Siquidem ex opticis notum est, lineas parallelas in longum productas optice concurrere. (§. 56. opt.) Idem examen etiam alio exploratae perfectionis organo, parallelo situ iuxta prius collocato, cognoscitur. Dum uero ita spectatur baculus, hora ab acu indicata notatur. Deinceps funiculus inter duos baculos, uel alios intermedios in eadem linea constitutos, extenditur, et compassus pensilis ex eo diuersis in locis suspenditur, si acus horam eandem, quam in instrumento lineationis ostenderat, monstrauerit, habes utrumque organon bene consentiens, et antequam de consensu constet, neutrum tuto adhibetur. Add. VOIGTEL. p. 27.

SCHOLION IV.

33 Quia mensores perpetuo acus magneticae beneficio fruuntur, uaria circa eam obseruarunt notatu digna, quae magnam partem VOIGTEL cum curiosis communicauit *Parte IV. p. 30. seq.* ex quibus nonnulla hic repetere et subinde illustrare atque augere, operae pretium uidetur. Conf. MARINI MERSENNI *Tract. de magnetis proprietatibus*, *insertus cogitatis physico mathematicis p. 245.* et *tentamina experimentorum phys. Acad. Florentinae P. II. p. 74.* cum additamentis Celeb. Dn. MVSSCHENBROEKII. 1) Nota est *uariabilis magnetis declinatio* a meridiana, quae in diuersis locis differt, et eodem quoque loco, interiecto aliquo temporis interuallo, mutatur. Vnde saepe linea pyxidis corrigi debet ad ductum meridianae, de qua dixi in *institutionibus astron. sphaer. §. 38. seq. edit. 4.* Ceterum illud experimentum

rimentum hic inprimis commemorari meretur, quo innotuit, declinationem acus tam esse instabilem, ut quandoque in locis, quae duobus saltem milliaribus distant, differat, quapropter opera danda, ut prope cauernas, in quibus anguli compasso capti sunt, instrumento lineationis ichnographia fodinarum absoluatur. Vid. VOIGTEL. *p. 113.* Linea, quam acus, licet declinans, monstrat, a mensore pro meridiana assumi potest, modo declinatio acus, qualis tum fuit, in descriptione fodinae annotetur.

2) Impeditur uis acus magneticae *frigore*, quo quippe metalla constringuntur. Quare antequam hieme in fodinas deferatur compassus, prius in conclaui calefacto temperandum frigus, et uapor in eum incidens leniter detergendus est.

3) Curandum, ut *accurate in centro figatur stilus*, cui acus tanquam fulcro immineat, alias enim diuersae fient diuersis in arcubus graduum indicationes.

4) Tam *fulcrum acus*, quam *conus* uel *pileolus aeneus*, in quem illud immittitur, magna industria *poliri* debent, ut eo liberior acui motus permittatur. Cuspis uero fulcri aenei acuta ex chalybe paratur.

5) Stili *cuspis* nec *acuminata* nec *obtusa nimis* sit. Idem stilus, cochleae beneficio, intruditur, ut attolli aliquantum et demitti acus queat.

6) Inter acum et uitrum, quo tegitur, *spatium iustum* intersit, necessum est. Cum autem demitur, et iterum imponitur, pyxidi uitrum, caue ne in acum cadat, et cuspidis acumen obtundat.

7) *Acus* a ferro et ipso magnete *remoueatur*. Siquidem utroque a solita directione auocatur, et si idem saepe contingat, alacritas eiusdem impeditur. Propterea etiam compassus in ferrifodinis inutilis est.

8) Rudis et nondum elaborati magnetis *poli* sic inueniuntur. Ponitur nempe aliquo loco uas rotundum, et ibidem immotum relinquitur, in eoque, uel obseruatione solis; quemadmodum in astronomia docetur, uel beneficio acus magneticae accuratioris, meridianae lineae situs in marginis oppositis punctis notatur. Tum in idem uas aqua infunditur, et asser leuis imponitur, aquae innataturus, deinceps super assere magnes locatur, et expectatur, donec is in stabilem situm sese composuerit, et quieuerit. Ita enim, linea meridiana, in duo opposita marginis puncta utrimque respiciens, reperitur, conf. IO.

MA-

MATHESII *Sarepta*, *Conc. XII. f. 129.* postea mola acuminaria tolluntur rudis lapidis prominentiae, ita ut linea meridiana in medio relinquatur, et lapis parallelepipedi figuram assumat. Hinc frustulo magnetis exiguo lapis paulatim admouetur, quod magnes prismaticus, (uel ut aliis placet, sphaericus aut elliptoidicus) fortiter attrahet eo puncto, quo uis omnis dirigitur et cumulatur, idemque hoc ipso innotescet, si succutiatur magnes, et frustulum adhaerens aegre decidat. Illud autem punctum impresso charactere signatur, et pro polo boreo habetur, cuius e regione altera est polus australis, itidem stilo limaue notandus. Eadem polorum loca etiam sic reperiuntur. In charta ramenta ferri sparguntur, et sub charta admouetur magnes prismaticus, statim enim scobs ferri dirigetur in duplicem polum, et quosdam in charta arcus, et eorum sectionis puncta, quibus poli subiacent, determinabit. Qualis autem alteruter polus sit, boreus uel austrinus, experieris, lapide ad acum magneticam, super fulcro suo mobilem, appropinquante, nam polus boreus contrariam, nempe australem acus partem, adducet, repellet borealem. Cognitis signatisque in lapide polis, utraque magnetis regio polaris, ferreis annulis cingitur, et quasi armatur, et super ipsos polos, in circulis ferreis, ferra prominentia et polita figuntur, postea armatus magnes linteo uel serico panno uestitur. Conf. VOIGTEL. *l. c.* et BION *de Instrumentis mathematicis*, *Lib. III. Cap. II. p. 103. seq. ed. germ.* Constat autem experientia, armatum magnetem nudo multo potentiorem fieri. MERSENN. *l. c. p. 250.* Vidi tamen Amstelodami, in aedibus Admiralitatis, siue praefecturae maritimae, magnetem nudum, pedis longitudine, cuius attritu ferra compassi nautici insigni ui magnetica instruebantur.

9) *Asseruatur* magnes uel in *cistula*, qua ramenta, uel, uti aliis placet, frusta filorum, ferri continentur, uel ita suspenditur, ut in mundi plagas sese conuertere possit, et tum ex unco ferreo, qui eiusdem armaturae adhaeret, ferrea pondera appenduntur, quae dum sensim augentur, uis attrahendi et dirigendi in polos una incrementa capit. Hinc autem per se quisque iudicauerit, magnetem praestare altero tanto plus, quanto grauiora pondera adducit.

10) *Acus* ex tenui ferri lamella facta, *probe limata*, et *pileolo aeneo instructa*, facultate magnetica imbuitur, affrictu poli, in cuius aduersam plagam conuerti acus portio tangenda debet. Nempe ferro polito,

polito, quod polo u. gr. boreo imminet, acus alterum brachium, a pileo uersus finem, aliquoties, quater, quinquiesue, fricatur, et fulcimento suo imponitur, ita uis directionis statim se exserit, et portio fricata in meridiem, altera in septentrionem dirigitur. Quidam et alteram acus portionem polo contrario similiter tangunt, sed praeter necessitatem.

11) *Pyxis* acum complectens *uitro tegitur*, ut aeris flatui non sit obnoxia. Inprimis autem cauendum, ne acus pinguedine et humore, ex quo quippe ferruginem contrahit, inficiatur, neue igni uicino exponantur, et ab iisdem magnes quoque tutus praestari debet.

12) Dum fricatur acus, *semper in unam partem magnes adducitur*. Nam quando reducitur, uis recto affrictu impressa, inuerso iterum tollitur.

13) Quia acus brachium, quod tactu magnetis natiuam ipsi indolem concepit, redditur grauius, *restituitur* ipsius aequilibrium, *particula exigua abscissa*.

14) Cum languet acus, *stili* uel *pileoli politura* examinanda, et *asperitas*, si qua deprehenditur, *lima* aut *smyride* tollenda est. Si *ferrugo* lamellam obsideat, iterum *polienda* est. Tum denuo magnete acus affricatur, ut uirtus pristina reuiuiscat.

15) Tandem non negligenda est mensorum admonitio, qua praecipiunt, ut *acus*, post exactas pragmatias, *ex compasso eximatur*, et *charta inuoluta custodiatur*. Siquidem quando compassus in perula obliquo situ collocatur, et motu ferentis concutitur, contingere potest, ut stilus et pileolus attritu mutuo uitium contrahant. Conf. Dn. BEYERI *Geom. subterr. Part. II. p. 26. seq.*

DEFINITIO XV.

Figur. 7. 34. Goniodictes (*der Winkelweiser*) est instrumentum ligneum, uel regula lignea, circiter pedis longitudine, duabus partibus AF et GH, cochlea F copulatis, constans, gestans praeterea dioptras aereas B, C, et infra filum aeneum LKID, parallelum lineae dioptrarum. Firmatur autem super fulcro, per foramen H immisso, et adhibetur, tum ad

ad linearum inclinationes ad horizontem, tum inprimis ad conuersiones uel directiones in mundi plagas, in externa terrae superficie definiendas. Nam quando ex filo KI libella suspenditur, potest portio instrumenti AE tamdiu attolli, uel deprimi, donec pondus, ex centro libellae pendulum, angulum inclinationis ad horizontem designet. Similiter suspenso ex goniodicte compasso, et moto instrumento dextrorsum uel sinistrorsum, donec sub eodem acus magnetica plagam desideratam indicet, habetur situs illius in eandem mundi plagam.

CONSECTARIVM.

35. Quodsi igitur quis, obtento instrumenti situ, per dioptras prospiciat, potest in patente campo, baculis constitutis, lineam in quamlibet horizontis plagam conuersam definire. Ceterum ligneum est, ut eo euadat leuius. Habet idem usum pro libellatione locorum instituenda; item pro describendis arearum ichnographiis, siquidem angulos a lateribus figurae cuiusdam comprehensos acus indicat, qui in charta instrumento lineationis accurate iterum exhiberi possunt. Conf. BION. *Officin. mathem. Lib. VI. Cap. VII.*

DEFINITIO XVI.

36. *Compassus iacens (der Setz-Compaß)* est arcula rotunda, ex aere uel ligno parata, in cuius medio, intra cauitatem circularem, acus magnetica super acuto stilo iacet, peripheria uero in portiones suas horarias, quemadmodum figura indicat, diuisa est. Praeterea circa pyxidem magneticam, in medio insertam, regula AB mobilis est, cuius alterum crus uersus A signo, u. gr. crucis, signatur. *Figur. 14.*

CONSECTARIVM.

37. Vsus huius instrumenti est, ut beneficio regulae mobilis specus cuiusdam directio in mundi plagam, siue discessus

D a linea

a linea meridiana, inuestigetur, et quia in tali pyxide regula horam alicuius cauernae axi debitam monstrat, non opus est plagarum ortus et occasus permutatione; adeoque hic compassus similis est uulgarium, qui circumferuntur, et tantum diuisione peripheriae distinguitur. Aetate AGRICOLAE, seculo XVI, eiusmodi compassum prae caeteris fuisse in usu, apparet ex *Libro V. de re metallica*, *p. 105.*

SCHOLION.

38. Cum uero breuis acus magnetica non satis accurate indicet in circulo horario punctum, finitores aliam compassi iacentis formam,
Figur. 15. quae figura 15. ob oculos ponitur, inuenerunt. Nimirum ex ligno duriore conficitur rectangulum, 6. digitos longum, 1. dig. altum, et in medio eiusdem, pro acu locanda, cauum orbiculare paratur, cuius diameter est $2\frac{1}{2}$. digitorum. Circa hoc cauum foramen orbiculus aeneus transuersariis diametris firmatur, in quo horarum diuisiones et numeri scripti sunt. In centro autem harum diametrorum, stilus figitur, intra regulae MNO medium inferendus, ut circa hunc stilum, ueluti circa axem suum, regula aenea, diametro compassi paulo maior, altero extremo unco praedita, uoluatur. Ita enim fiet, ut etiam hoc organo reperiantur specuum subterrraneorum directiones, quando funiculus parietibus fodinae parallelus, unco M regulae annexus, una ducit regulam, ut angulus, quem cum linea meridiana funiculus efficit, innotescat. Si hoc instrumentum fulcro instruatur, erit ad praxin tanto commodius.

DEFINITIO XVII.

Figur. 16. 39. *Circuli horarii* (*Stunden-Scheiben*) sunt orbes aenei, diametri 4. digitorum, habentes peripheriam in horas, consueta mensoribus ratione, diuisam. Instruuntur praeterea singuli duabus laminis recuruis, perforatis, cochleisque in quolibet situ in circulo horario figendis, intra quas, laxatis cochleis, circulus horarius mobilis est. In centro circuli foramen fit, per quod funiculus duci queat, et centrum ambit alius orbis mobilis unco praeditus, cui alter funiculus annectitur.

SCHO-

SCHOLION I.

40. Tales circuli horarii, quibus horae ordine naturali, aliter ac fit in compasso, (§. 25. 28.) inscriptae sunt, adhibentur in ferrifodinis, ubi magnes officium non facit, pro earum directionibus reperiundis. Debent autem duo tales circuli ad manus esse, pro mensione instituenda.

SCHOLION II.

41. His circulis horariis speciatim accommodatus est orbis alius aeneus, medio cauus, et simili ratione diuisus, uti priores circuli; uocatur a mensoribus *transportatorium circulare*, quia illius beneficio in charta restituuntur anguli, circulis horariis in ferrifodinis reperti: ex huius transportatorii centro, exiguus angulus resectus est, ut quouis casu centrum illius orbis ad linearum datarum extrema recte applicari possit. *Figur. 17.*

SCHOLION III.

42. Praeter hucusque commemorata organa, alia mensoribus metallicis uel necessaria uel saltem utilia sunt. Nempe circini, regulae, norma, scalae geometricae, diuersae magnitudinis, magnes eximius, pro excitanda in languidis acubus uirtute directionis, funiculi aliquot ulnas longi, item pugillares, et, pro commode transferenda in fodinas supellectile, perula. Vid. VOIGTEL. *Part. III. p. 21. seq.* idem *p. 29.* commendat etiam instrumentum proportionale ex 5. regulis figura parallelogramma compositum. Verum tali carere satis uidetur, quia illius motus uix tam est aequabilis et regularis, ut ichnographiis, minore uel maiore figura pingendis, adhiberi sine errore possit.

SCHOLION IV.

43. Hactenus de instrumentis ad geometriam subterraneam excolendam necessariis, pro instituti modo explicaui. Quoniam autem in iis praecipua sunt, quae acu magnetica ueluti animantur, de ea re pauca nunc addere placet. Scilicet inferius docebitur, quomodo sine magnete dimensio fodinarum, etsi laboriosius, et per aliquas ambages, praestetur. Attamen cum in geometria subterranea, qualis nunc coli-

tur,

tur, praestantissima acus magneticae utilitas sit, apparet exinde, artem, quam tradere ingredior, hac forma non adeo antiquam esse. Magnetis enim uirtus, qua principes mundi partes, septentrionem uidelicet et austrum, respicit, ante seculum decimum quartum ignorata fuit. Sunt quidem, qui ex PHOTII *Bibliotheca* locum afferunt, in quo EVSEBIVS quidam Baetuli lapidis beneficio una nocte iter ducentorum stadiorum confecisse dicitur; uerum notum est, magnetem lapidem, nisi liber sit, in plagas laudatas non conuerti, sed suo pondere uictum quiescere, et praeterea PHOTIO magis de acceleratione, quam regimine nauis sermo est. Qui autem ALBERTI M. testimonio, ex opere de *Mineralibus Lib. II. Tract. III. Cap. VI.* nituntur, ubi ex incerto quodam, siue apocrypho, ut uocant, ARISTOTELIS libro, de lapidibus, refert, magnetem gaudere ui apprehendendi ferrum, et in septentrionem se uertendi, illis respondit ATHAN. KIRCHERVS de *Arte magnetica Lib. I. P. I. Cap. VI. p. 27. edit. Colon.* docet nempe, ALBERTVM de ui noua magnetis, circa initium seculi XII. certiorem redditum, *non ausum fuisse, eam defendere, sine* ARISTOTELIS *auctoritate*, atque adeo, ut eo facilius probaret, insolitam et hactenus ignotam magnetis proprietatem, ARISTOTELIS aliquem librum et testimonium, finxisse. Verum mihi probabilius uidetur, locum illum, in ALBERTI librum, ab alio sequiore descriptore insertum, atque ideo suppositum fuisse, ut nouo inuento, quod seculi XIV. principio curiosorum naturae indagatorum scriptionibus maxime celebrabatur, antiquitas maior conciliaretur. Adducunt me in hanc sententiam GEORGII AGRICOLAE uerba, quae *Lib. V. de Natura fossilium p. 246. ed. Basil. 1558. f.* leguntur: ALBERTVS M. inquit, *sua aetate magnetem inuentum esse scribit, qui una parte ferrum ad se traheret, abigeret a se altera contraria.* Hanc enim uirtutem exercet magnes in ferrum, altero polo magnetico tactum, et potentiore ui directionis in septentrionis uel austri plagam, (nam alias notum est, ferra leuia et libera, ut acus, etiam sine magnetis affrictu boream respicere. Vid. VOIGTEL. *p. 25.*) instructum, siquidem polus magnetis contrarius eam partem ferri, quae ab altero polo magnetismo infecta est, repellit. Nec in magnis ferri portionibus, quae ob ponderis inertiam, haud facile moueri possunt, id magnes efficit, sed in exilioribus et mobilibus, quales sunt acus ferreae, quibus magnetica uis tactu lapidis communicata est. Sequitur ergo ex confessione ALBERTI, quam AGRICOLA allegauit, eum magnetis uim se dirigendi

tum

tum adhuc ignorasse. Ea enim perspecta, statim intelligitur, aduersi polorum facultas, quippe cuius effectus in oculos cadunt, quando magnes ad acum sua ui imbutam admouetur. Cum praeterea opinio eorum, qui MARCVM PAVLVM VENETVM, ex China attulisse usum acus contendunt, admodum dubia et incerta sit, merito, KIRCHERVM secuti, existimamus, primum IOANNEM GOIAM, Amalphitanum, artis nauticae peritum, circa annum Christi 1302, cum magnetis directionem uel ipse reperisset, uel ab aliis didicisset, docuisse, quomodo lamellae ferreae, affrictu lapidis magnetici, simili nisu instruantur, et ad nauigationes feliciore successu prosequendas adhibeantur. Siquidem constat, isto demum tempore nautas, pyxide duce, iter facere coepisse. Sed diu tamen ante floruerunt in Germania fodinae, quamuis etiam earum primae origines obscurae sint, et fere lateant. TACITVS de *Germanorum moribus Cap. V.* scribit: *Argentum et aurum propitii an irati dii negauerint, dubito; Nec tamen affirmauerim, nullam germaniae uenam argentum aurumue gignere, quis enim scrutatus est? Possessione et usu haud perinde afficiuntur.* PLINIVS, etsi TACITO coaeuus, eidem aduersatur, et *historiae naturalis Libro XXXIV. Cap. I.* testis est, sua aetate in Germania aeris metallum repertum fuisse. PETRVS uero ALBINVS *in der Meisnischen Berg-Chronica, Tit. II. p. 8.* ex OTTONE FRISINGENSI et SIGEBERTO GEMBLACENSI docet, *sub Ottone Magno seculo X, uenas argenti ferrique Goslariae primum esse repertas. Freybergenses* argenti fodinas anno 1157. initium habuisse, AGRICOLA *in dialogo*, cui titulum *Bermanni* fecit, p. 419. affirmat. ALBINVS annum 1169. praefert. Cum itaque cultura fodinarum eo tempore coeperit, quo disciplinae liberales, inprimis mathematicae, in Europa fere ubiuis nesciebantur, consequens est, artem fodinas accuratius metiendi, non nisi sero admodum ad illos labores periculosissimos promouendos, securioresque reddendos, accessisse.

SCHOLION V.

44. Sed ex diuerticulo in uiam redeamus. Traditis uocabulorum technicorum, et organorum descriptionibus, tempus uidebatur, etiam fundamenta iacere scientiae, geometrarum methodo componendae. Verum cum eadem et perpauca, et ex geometria et trigonometria iam perspicue cognita, et suis locis in matheseos uniuersae institutionibus, ex quarum editione quarta nonnunquam paragraphi uncis conclusi,

 breui-

breuitatis studio commemorantur, satis explicata sint, puto eorum repetitione me hic supersedere posse, satis habens, si fontes illorum principiorum quouis loco in ipsa tractatione indicentur. Interea generatim moneo, pleraque, quae in sequentibus dicentur, ad triangulum rectangulum, et eius latera, nec non ad dimensionem angulorum, inuentionem sinuum eorundem, repraesentationem linearum, beneficio scalarum geometricarum, et similia uulgaria, tum theoremata, tum problemata, pertinere.

THEOREMA.

Figur. 8. 45. *Filum in libella pondere attractum, monstrat gradus anguli acuti C, qui est in triangulo rectangulo ad basin.*

Demonstratio. Nam filum *a i* semper indicat trianguli perpendiculum, (§. 34. 35. *Geometr.*) et arcus *i n* metitur angulum acutum, qui est in trianguli rectanguli uertice; ergo arcus complementi, siue residuus in quadrante *e i*, angulum complementi ad basin *C* metitur, (§. 84 *Geometr.*) siquidem apparet intuitu schematis tertii, gradus in libella a semicirculi medio numerari, ergo filum, pondere in libella grauatum, indicat numerum graduum anguli, qui in triangulo rectangulo est ad basin, Q. E. D.

CONSECTARIVM.

46. Quando autem libella e funiculo suspenditur, euidens est, funiculi longitudinem, manifestare trianguli rectanguli *abc* hypotenusam, siue sursum siue deorsum funiculus ducatur; atque adeo, in triangulo rectangulo quouis, angulos et hypotenusam innotescere, ex quibus crura inuestigantur.

PRO-

PROBLEMA I.

47. *Data hypotenusa et angulis trianguli rectanguli, inuenire cathetum et basin.*

Resolutio prima iam data est §. 35. Trigon. plan. nempe assumitur hypotenusa AC pro sinu toto, et crura CB, BA, sunt sinus recti oppositorum angulorum. Quare infertur, pro perpendiculo, *Figur. 8.*

Sin. B: CA. ═══ Sin. C: AB

et pro basi

Sin. B: CA. ═══ Sin. A: CB

EXEMPLVM.

Sit *ac* hypotenusa 6 uln. angulus *c* 10 gr. fiat, pro catheto *ab*, ut sinus ang. b 90 gr. 100000, ad *ac* 6 uln. ita sinus 10 gr. 17364 *Figur. 8.*

$$\begin{array}{r} 17364 \\ 6 \\ \hline 104184 \end{array}$$

$\frac{104184}{100000}$ | 1 Uln. f. Lachr. $\frac{418}{10000}$ fiant partes octauae, (*achttheile*) multiplicando numeratorem per 8, et factum diuidendo per nominatorem. (§. 148. Arithmet.)

$$\begin{array}{r} 418 \\ 8 \\ \hline 3344 \end{array}$$

$\frac{3344}{10000}$ | 0 octauae et $\frac{33}{100}$

h. e. 3 digiti 3 minuta siue scrupuli (§. 16.) ═══ catheto *a b*.

pro basi *b c* inferatur, uti

sinus ang. *b*. 10000 ad *a c* 6 uln. ita sin. *a* 80 gr. 98480

$$\begin{array}{r} 98480 \\ 6 \\ \hline 590880 \end{array}$$

$\frac{590880}{100000}$ | 5 Uln. $\frac{908}{1000}$ siue 7 oct. 2 dig. 7 scrupul.

quod

quod si uero cum VOIGTELIO perpetua decimalis proportio partium ulnae metallicae seruetur, multo adhuc facilior est reductio, quia cum numeris uulgaribus illa proportio conuenit. Ideoque in primo exemplo, datis $\frac{104184}{100000}$, resoluto numero, habentur 1 uln. o minutum primum, 4 secunda, 1 tertium, et in casu secundo 5908 sunt 5 uln. 9 pr. 0 sec. 8 tert.

Si logarithmis uti libeat, quarum inuentio et usus alibi (§. 186. *seq. arithm.* §. 23. 24. *Trig. pl.*) docetur, numerus ulnarum prius in pedes, digitos et lineas siue minuta, (conf. supra §. 17.) debet resolui, ut quaesitum perpendiculum accuratius reperiatur, e. g. in △ *abc*, cuius hypotenusa est 6 ulnarum, angulus *c* 10 graduum, resolutis 6 ulnis, fiunt 4800 lineae, ideoque secundum trigonometriae praecepta, (§. 35. *Trig. pl*) sic ordinantur logarithmi, ex quibus duo postremi adduntur, prior uero subtrahitur, residuo in tabula logarithmorum catheti magnitudo adscribitur:

Sin. tot.	100000000
ac = 6 uln. = 4800‴	36812412
log. sin. C. 10 gr.	92396702
	129209114

e regione huius logarithmi occurrit proximus numerus 33, qui indicat, cathetum *ab* capere 0 uln. 0 ped. 3 digitos et 3 lineas.

Resolutio secunda. Sola scala geometrica accurate diuisa, una cum transportatorio, soluendo illi problemati sufficit; nempe inuentus angulus *c* instrumento goniometrico definitur, et ei hypotenusa *ac*, itidem nota, applicatur, ita desideratum, tum perpendiculum, tum basis, component figuram trianguli rectanguli, et ex eadem scala, qua hypotenusa mensurata est, assumi possunt. (§. 62. *Geometr.*)

Resolutio tertia fit tabularum adminiculo, de qua sequenti problemate copiosius dicetur.

PRO-

PROBLEMA II.

48. *Tabulas componere, ex quibus, absque laborioso calculo, cathetus et basis trianguli rectanguli, quae datae hypotenusae, et angulo eidem adiacenti, respondent, excerpi queant.*

Resolutio 1. Quod ad tabularum compositionem attinet, ea prima praecedentis problematis solutione perficitur, et tantum illud notatur, tabulas accommodatas esse libellis, quae gradus in partes 4 diuisos habent, siquidem tot partes ad geometriae subterraneae scopum obtinendum sufficiunt.

2. Exhibentur autem angulorum a libella indicatorum gradus in prima sinistra, et ultima columna dextra, ita quidem, ut utrinque in illis columnis complementa ad quadrantem ponantur, siquidem in triangulo rectangulo, crura sunt sinus oppositorum angulorum acutorum, hypotenusa pro sinu toto assumta. (§. 29. *Trigon. Pl.*) istos autem angulos iunctos rectum componere, ex geometriae primis elementis notum est; (§. 84. *Geom.*) in columna uero sinistra deorsum gradus numerantur, quando ex hypotenusa et angulo *cathetus* quaeritur; quando autem, ex hypotenusa et angulo, *basis* desideratur, anguli in dextra columna quaeruntur, et gradus sursum numerantur, prouti posita in principio et fine, catheti et baseos nomina indicant.

3. In fronte tabularum positi numeri, designant hypotenusas, siue funiculorum longitudines; praemittuntur partes octauae et quartae alicuius ulnae, postea ulnae integrae sequuntur; in quarum quidem numero intermediae quaedam desunt, sed eaedem reliquarum compositione producuntur. Nimirum ex praecedente monito, quomodo hypotenusae in fronte, anguli uero, pro catheto et basi, in sinistra et dextra columna reperiantur, dictum est, utroque casu in communi area, quae superiori et ad latus posito numero respondet, magnitudo perpendiculi uel baseos optata occurrit; et quando unus tantum obuius in illa area

est numerus, uti sub principium contingit, scrupuli, siue decimae digiti partes, eodem significantur. Vbi duae notae uel numeri conspiciuntur, prima ad sinistram digitos, altera decimales digiti minutias, quas scrupulos uocauimus, denotat. Quando tres numeri in area occurrunt, primus sinister octauas partes ulnae, sequens et medius digitos, tertius scrupulos digiti refert. Quarta denique et quinta nota sinistra, integras ulnas indicat.

4. Quando uero hypotenusa data non accurate in numeris frontis reperitur, tum, pro proxime minore numero et angulo, quaeritur cathetus uel basis, et pro residua parte uel appendice, seruato eodem angulo, inuestigatur particula catheto uel basi addenda; cum enim idem angulus ad basin C retinetur, oriuntur duo triangula fhC, et ABC similia, utpote aequiangula, in quibus latera aequalibus angulis opposita sunt proportionalia, (§. *92. Geom.*) unde analogia ualet Cf: fH = AC: AB, uel Cf + AC: fH + AB = Cf: fh = AC: AB. (§. *33. Analys.* et §. *113. Arithm.*) nam a: ea = b: eb, et a + b: ea + eb = a: ea = b: eb.

5. Si hypotenusa praeter ulnas, et octauas eius partes, digitos aliquos complectitur, ope regulae aureae iisdem perpendiculi uel baseos particulae aptantur, dum pars octaua, angulo dato respondens, in digitos decem resoluta, ponitur.

EXEMPLVM I.

Quaeritur perpendiculum pro angulo $12\frac{1}{2}$ gr. et hypotenusa 6 uln. prior numerus in sinistra columna, alter in fronte deprehenditur, et in communi area est cathetus 1238, h. e. 1 uln. 2 octau. $3\frac{8}{10}$ dig.

Iterum quaeritur basis pro angulo 17 gr. et hypotenusa 5 uln. prior numerus in columna dextra, alter in fronte occurrit, communis area habet basin 4625, h. e. 4 uln. 6 octau. $2\frac{5}{10}$ dig.

EXEM-

EXEMPLVM II.

Porro pro angulo $4\frac{1}{4}$ gr. et hypotenusa 5 uln. quaeritur perpendiculum. Primum angulus 4 gr. in columna tabulae sinistra occurrit, et sub hypotenusa 5 uln. respondent eidem 279 partes; sed pro $\frac{1}{4}$ gr. et eadem hypotenusa 5 uln. dantur 17 p. summa est 296, siue 2 oct. $9\frac{6}{10}$ dig. pro catheto dati anguli.

EXEMPLVM III.

Quaeritur cathetus pro angulo 34 grad. et hypotenusa $13\frac{5}{8}$ ulnerum, e regione 34 gr. excerpantur perpendicula pro 10 uln. 3 uln. $\frac{4}{8}$ s. $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{8}$, et reperti catheti singuli addantur:

10 ulnis respondet cathetus	5473
3 ulnis — — —	1542
$\frac{4}{8}$ —— $\frac{1}{2}$ — —	223
$\frac{1}{8}$ — — —	55
prodit cathetus, qui quaerebatur	7493

EXEMPLVM IV.

Si hypotenusae adhaereant digiti, ut 6 uln. 7 digiti, pro angulo 16 gr. quaeritur perpendiculum: pro 6 ulnis idem est 1523. pro parte octaua, siue 10 digitis, (§. 16.) lego 27. itaque inferatur: 10 dig. dant 27, quot 7 dig. f. $18\frac{9}{10}$, h. e. unus digitus cum $\frac{8}{10}$ digiti partibus.

CONSECTARIVM.

49. Ceterum, si libet ex ueteribus tabulis, in quibus ulnae metallicae 800 minuta tribuuntur, nouas Voigtelianas, decimali proportioni accommodatas componere, facilis erit reductio, et comparatio, aurea trium regula peragenda. Nam perspicuum est, in integris discrimen nullum esse, sed idem saltem in adhaerentibus partibus octauis, digitis et minutiis occurrere; itaque dato aliquo tabularum nostrarum numero, u. g. pro hypotenusa 6 Vln. et angulo 40, datur perpendiculum 3685,

omittantur ulnae integrae, et appendix 685, quae summae 800 minutorum competit, comparetur cum summa 1000 minutorum, hac analogia:

800:	685	=	1000:	856	uel
8:	685	=	10:	856	
4:	685	=	5:	856	

Itaque illi hypotenusae et angulo in tabulis Voigtelii respondent 3 uln. 8 min. 5 sec. 6 tert. VOIGTEL. *pag. 53.* habet 3857, quia residuam in diuisione fractionem negligere noluit. Et cum huius analogiae solutio, ob ciphras primo et tertio numero annexas, et quia magni numeri 800, 1000, ad paruos aeque rationales 4: 5 reduci possunt, facilis sit, apparet, ex tabulis sequentibus, Voigtelianas integras non adeo taediosa opera componi, et propterea recte hoc loco ueteres et usitatas mensoribus nostris tabulas, nouis et nondum receptis anteferri. Interim VOIGTELIVS, qui ueteres tabulas omisit, indicem tamen numerorum commutatorum a 1000 usque ad 1 continuatum dedit, *pag. 62. seq.*

SCHOLION I.

50. Vt inuentio perpendiculorum et basium trianguli rectanguli, qua perpetuo mensores fodinarum opus habent, faciliter, operae pretium uisum est, tabulas eum in finem compositas hic inserere.



TABVLAE

TABVLAE
PERPENDICVLORVM
ET
BASIVM
TRIANGVLI RECTANGVLI

Tabulae Perpendiculorum et Basium.

Cathetus s. Geigere Leuffe.

HYPOTENVSAE.

Gradus libellae	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
1/4	--00	--00	--01	--02	--03	--06	--10	--13	--17	--20	--34	--69	3/4
1/2	--00	--01	--03	--05	--06	--13	--20	--27	--34	--41	--69	-139	1/2
3/4	--01	--02	--05	--07	--10	--20	--31	--41	--52	--62	-104	-209	1/4
1	--01	--03	--06	--10	--13	--27	--41	--55	--69	--83	-139	-279	89
	--02	--04	--08	--13	--17	--34	--52	--69	--87	-104	-174	-349	
	--02	--05	--10	--15	--20	--41	--62	--83	-104	-125	-209	-418	
	--03	--06	--12	--18	--24	--48	--73	--97	-122	-146	-244	-488	
2	--03	--06	--13	--20	--27	--55	--83	-111	139	-167	-279	-558	88
	--03	--07	--15	--23	--31	--62	--94	-125	-157	-188	314	-628	
	--04	--08	--17	--26	--34	--69	-104	-139	-174	-209	-348	-697	
	--04	--09	--19	--28	--38	--76	-115	-153	-191	-230	-383	-767	
3	--05	--10	--20	--31	--41	--83	-125	-167	-209	-251	-418	1037	87
	--05	--11	--22	--34	--45	--90	-136	-181	-226	-272	-453	1107	
	--06	--12	--24	--36	--48	--97	-146	-195	-244	-292	-488	1176	
	--06	--13	--26	--39	--52	-104	-156	-209	-261	-313	-523	1246	
4	--06	--13	--27	--41	--55	-111	-167	-223	-279	-334	-558	1316	86
	--07	--14	--29	--44	--59	-118	-177	-237	-296	-355	-592	1385	
	--07	--15	--31	--47	--62	-125	-188	-251	-313	-376	-627	1455	
	--08	--16	--33	--49	--66	-132	-189	-264	-331	-397	-662	1524	
5	--08	--17	--34	--52	--69	-139	-209	-278	-348	-418	-697	1594	85

	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··09	··18	··36	··54	··73	·146	·219	·292	·366	·439	·732	1664	
	··09	··19	··38	··57	··76	·153	·230	·306	·383	·460	·766	1733	
	··10	··20	··40	··60	··80	·160	·240	·320	·400	·480	1001	2003	
6	··10	··20	··41	··62	··83	·167	·250	·334	·418	·491	1036	2072	84
	··10	··21	··43	··65	··87	·174	·261	·348	·435	·522	1070	2141	
	··11	··22	··45	··67	··90	·181	·271	·362	·452	·543	1105	2211	
	··11	··23	··47	··70	··94	·188	·282	·376	·470	·564	1140	2280	
7	··12	··24	··48	··73	··97	·195	·292	·389	·487	·584	1174	2349	83
	··12	··25	··50	··75	·109	·201	·302	·403	·504	·605	1209	2419	
	··13	··26	··52	··78	·104	·208	·313	·417	·522	·626	1244	2488	
	··13	··26	··53	··80	·107	·215	·323	·431	·539	·647	1278	2557	
8	··13	··27	··55	··83	·111	·222	·333	·445	·556	·667	1313	2626	82
	··14	··28	··57	··86	·114	·229	·344	·459	·573	·688	1347	2695	
	··14	··29	··59	··88	118	·236	·354	·472	·591	·709	1382	2764	
	··15	··30	··60	··91	·121	·243	·365	·486	·608	·780	1416	3033	
9	··15	··32	··62	··93	·125	·250	·375	·500	·625	·750	1451	3102	81
	··16	··32	··64	··96	128	·257	·385	·514	·642	·771	1485	3171	
	··16	··33	··66	··99	·132	·264	·396	·528	·660	792	1520	3240	
	··16	··33	··67	·101	·135	·270	·406	·541	·677	1012	1554	3309	
10	··17	··34	··69	·104	·138	·277	·416	·555	·694	1033	1589	3378	80

	⅛	¼	½	¾	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··17	··35	··71	·106	·142	·284	·427	·569	·711	1054	1623	3447	
	··18	··36	··72	·109	·145	·291	·437	·583	·728	1074	1657	3515	
	··18	··37	··74	·111	·149	·298	·447	·596	·746	1095	1692	3584	
11	··19	··38	··76	·114	·152	·305	·457	·610	·763	1115	1726	3652	79
	··19	··39	··78	·117	·156	·312	·468	·624	·780	1136	1760	3721	
	··19	··39	··79	·119	·159	·318	·478	·637	·797	1158	1794	3789	
	··20	··40	··81	·122	·162	·325	·488	·651	1014	1178	2029	4058	
12	··20	··41	··83	·124	·166	·332	·498	·665	1031	1197	2063	4126	78
	··21	··42	··84	·127	·169	·339	·509	·678	1048	1218	2097	4194	
	··21	··43	··86	·129	·173	·346	·519	·692	1065	1238	2131	4263	
	··22	··44	··88	·132	·176	·353	·529	·706	1082	1259	2165	4331	
13	··22	··44	··89	·134	·179	·359	·539	·719	1099	1279	2199	4399	77
	··22	··45	··91	·137	·183	·366	·550	·733	1166	1300	2233	4467	
	··23	··46	··93	·140	·186	·373	·560	·744	1133	1320	2[illegible]67	4535	
	··23	··47	··95	·142	·190	·380	·570	·760	1150	1341	2301	4602	
14	··24	··48	··96	·145	·193	·387	·580	·774	1167	1361	2335	4670	76
	·24	·49	98	·147	·196	·393	·590	·787	1184	1381	2369	4738	
	··25	··50	100	·150	·200	·400	·600	1001	1201	1401	2401	5006	
	··25	··50	101	·152	·203	·407	·611	1014	1218	1422	2436	5073	
15	··25	·51	·103	·155	·207	·414	·621	1028	1235	1442	2470	5141	75

	¼	½	¾	1	2	3	4	5	6	10	20	
26	52	105	157	210	420	631	1041	1252	1462	2504	5208	
26	53	106	160	213	427	641	1055	1268	1482	2537	5275	
27	54	108	162	217	434	651	1068	1285	1502	2571	5343	
27	55	110	165	220	441	661	1082	1302	1523	2605	5410	74
27	55	111	167	223	447	671	1095	1319	1543	2638	5477	
28	56	113	170	227	454	681	1108	1336	1563	2672	5544	
28	57	115	172	230	461	691	1122	1352	1583	2705	5611	
29	58	116	175	233	467	701	1135	1369	1603	2738	5677	73
29	59	118	177	237	474	711	1148	1386	1623	2772	5744	
30	60	120	180	240	481	721	1162	1402	1643	3005	6011	
30	60	121	182	243	487	731	1175	1419	1663	3038	6077	
30	61	123	185	247	494	741	1188	1436	1683	3072	6144	72
31	62	125	187	250	501	751	1202	1452	1703	3105	6210	
31	63	126	190	253	507	761	1215	1469	1723	3138	6276	
32	64	128	192	257	514	771	1228	1485	1742	3171	6343	
32	65	130	195	260	520	781	1241	1502	1762	3204	6409	71
32	65	131	197	263	527	791	1255	1518	1782	3237	6475	
33	66	133	200	267	534	1001	1268	1535	1792	3270	6540	
33	67	135	202	270	540	1010	1281	1551	2021	3303	6606	
34	68	136	205	273	547	1020	1294	1568	2041	3336	6672	70

	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··34	··69	·138	·206	·276	·553	1030	1207	1584	2061	3368	6737	
	··35	··70	·140	·210	·280	·560	1040	1320	1600	2080	3401	7003	
	··35	··70	·141	·212	·283	·566	1050	1333	1617	2100	3434	7068	
21	··36	··71	·143	·215	·286	·573	1060	1346	1633	2120	3466	7133	69
	··36	··72	·144	·217	·289	·579	1069	1359	1649	2139	3499	7199	
	··36	··73	·146	·219	·293	·586	1079	1372	1666	2159	3552	7264	
	··37	··74	·148	·222	·296	·592	1089	1385	1682	2178	3564	7328	
22	··37	··74	·149	·224	·299	·599	1099	1398	1698	2198	3596	7393	68
	··37	··75	·151	·227	·302	·605	1108	1411	1714	2217	3629	7458	
	··38	··76	·153	·229	·306	·612	1118	1424	1730	2236	3661	7522	
	··38	··77	·154	·232	·309	·618	1128	1437	1746	2256	3693	7587	
23	··39	··78	·156	·234	·312	·625	1137	1450	1762	2275	3725	7651	67
	··39	··78	·157	·236	·315	·631	1147	1463	1778	2294	3757	7715	
	··39	··79	·159	·239	·318	·637	1156	1475	1794	2313	3789	7779	
	··40	··80	·161	·241	·322	·644	1166	1488	2010	2333	4021	8043	
24	··40	··81	·162	·244	·325	·650	1176	1501	2026	2352	4053	8107	66
	··41	··82	164	·246	·328	·657	1185	1514	2042	2371	4085	8171	
	··41	··82	·165	·248	·331	·663	1195	1527	2058	2390	4117	8235	
	··41	··83	·167	·251	·334	·669	1204	1539	2074	2409	4149	8298	
25	··42	··84	·169	·258	·338	·676	1214	1552	2090	2428	4180	8361	65

	⅛	¼	½	¾	1	2	3	4	5	6	10	20	
	42	85	170	255	341	682	1223	1565	2106	2447	4212	8425	
	43	86	172	258	344	688	1233	1577	2122	2466	4244	8488	
	43	86	173	262	347	695	1242	1590	2137	2485	4275	8551	
26	43	87	175	264	350	701	1252	1602	2153	2504	4306	8613	64
	44	88	176	265	353	707	1261	1616	2169	2522	4338	8670	
	44	89	178	267	356	713	1270	1627	2184	2541	4369	8739	
	45	90	180	270	360	720	1280	1640	2200	2560	4400	9001	
27	45	90	180	272	363	726	1289	1652	2215	2579	4431	9063	63
	45	91	183	274	366	732	1299	1665	2231	2598	4463	9127	
	46	92	184	276	369	738	1308	1677	2246	2616	4493	9187	
	46	93	186	279	372	744	1317	1689	2262	2634	4524	9249	
28	46	93	187	280	375	751	1326	1702	2277	2653	4555	9311	62
	47	94	189	283	378	757	1335	1714	2293	2671	4586	9372	
	47	95	190	286	381	763	1345	1726	2308	2690	4616	9433	
	48	96	192	288	384	769	1354	1738	2323	2708	4647	9494	
29	48	96	193	289	387	775	1363	1751	2339	2727	4678	9556	61
	48	97	195	293	390	781	1372	1763	2354	2745	4708	9617	
	49	98	196	295	393	787	1381	1775	2369	2763	4739	9678	
	49	99	198	297	396	793	1390	1787	2384	2781	4769	9739	
30	··50	·1··	·2··	·3··	·4··	1···	14··	2···	24··	3···	5···	10···	60

	⅛	¼	½	¾	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··50	·100	·201	·301	·403	1006	1409	2012	2415	3018	5030	10060	
	··50	·101	·203	·304	·406	1012	1418	2024	2430	3036	5060	10120	
	··51	·102	·204	·306	·409	1018	1427	2036	2445	3054	5090	10180	
31	··51	·103	·206	·309	·412	1024	1436	2048	2460	3072	5120	10240	59
	··51	·103	·207	·311	·414	1029	1444	2059	2474	3089	5149	10299	
	··52	·104	·208	·313	·417	1035	1453	2071	2489	3107	5179	10358	
	··52	·105	·210	·315	·420	1041	1462	2083	2504	3125	5209	10419	
32	··52	·106	·211	·316	·423	1047	1471	2095	2519	3143	5239	10478	58
	··53	·106	·213	·319	·426	1053	1480	2107	2534	3161	5268	10537	
	··53	·107	·214	·322	·429	1059	1489	2119	2548	3178	5297	10595	
	··54	·108	·216	·324	·432	1065	1498	2130	2563	3196	5327	10654	
33	··54	·108	·217	·325	·435	1071	1507	2142	2578	3214	5357	10714	57
	··54	·109	·219	·328	·438	1077	1515	2154	2592	3231	5385	10771	
	··55	·110	·220	·331	·441	1083	1524	2166	2607	3249	5415	11030	
	··55	·111	·222	·333	·444	1088	1533	2177	2622	3266	5444	11088	
34	··55	·111	·223	·334	·447	1094	1542	2189	2636	3284	5473	11147	56
	··56	·112	·225	·337	·450	1100	1550	2200	2652	3301	5502	11204	
	··56	·113	·226	·339	·453	1106	1559	2212	2665	3310	5531	11262	
	··56	·113	·227	·341	·455	1111	1567	2223	2679	3335	5559	11318	
35	··57	·114	·229	·343	·458	1117	1576	2235	2694	3353	5588	11377	55

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	-- 57	- 115	- 230	- 346	- 461	1123	1585	2246	2708	3370	5616	11433	
	-- 58	- 116	- 232	- 348	- 464	1129	1593	2258	2722	3387	5645	11491	
	-- 58	- 116	- 233	- 350	- 467	1134	1602	2269	2736	3404	5673	11547	
36	-- 58	- 117	- 235	- 352	- 470	1140	1610	2280	2751	3421	5702	11604	54
	-- 59	- 118	- 236	- 354	- 473	1146	1619	2292	2765	3438	5730	11660	
	-- 59	- 118	- 237	- 356	- 475	1151	1627	2303	2779	3455	5758	11716	
	-- 59	- 119	- 239	- 358	- 478	1157	1635	2314	2793	3471	5786	11772	
37	-- 60	- 120	- 240	- 360	- 481	1162	1644	2325	3007	3484	6014	12028	53
	-- 60	- 121	- 242	- 363	- 484	1168	1652	2336	3020	3504	6041	12083	
	-- 60	- 121	- 243	- 365	- 487	1174	1661	2348	3035	3522	6070	12140	
	-- 61	- 122	- 244	- 367	- 489	1179	1669	2359	3048	3538	6097	12195	
38	-- 61	- 123	- 246	- 369	- 492	1185	1677	2370	3062	3555	6125	12250	52
	-- 61	- 123	- 247	- 371	- 495	1190	1685	2380	3076	3571	6152	12304	
	-- 62	- 124	- 249	- 373	- 493	1196	1694	2392	3090	3588	6180	12360	
	-- 62	- 125	- 250	- 375	- 500	1201	1702	2402	3103	3604	6207	12414	
39	-- 62	- 125	- 251	- 376	- 503	1206	1710	2413	3117	3620	6234	12469	51
	-- 63	- 126	- 253	- 379	- 506	1212	1718	2424	3130	3636	6261	12523	
	-- 63	- 127	- 254	- 381	- 508	1217	1726	2435	3144	3652	6288	12576	
	-- 63	- 127	- 255	- 382	- 511	1223	1734	2446	3157	3669	6315	12631	
40	-- 64	- 128	- 257	- 385	- 514	1228	1742	2456	3171	3685	6352	12684	50

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	-- 64	- 129	- 258	- 387	- 516	1233	1750	2467	3184	3710	6368	12737	
	-- 64	- 129	- 259	- 389	- 519	1239	1758	2478	3197	3717	6395	12790	
	-- 65	- 130	- 261	- 391	- 522	1244	1766	2488	3210	3732	6421	13043	
41	-- 65	- 131	- 262	- 393	- 524	1249	1774	2499	3224	3759	6448	13096	49
	-- 65	- 131	- 263	- 395	- 527	1254	1782	2509	3237	3764	6474	13148	
	-- 66	- 132	- 265	- 397	- 530	1260	1790	2520	3250	3780	6500	13201	
	-- 66	- 133	- 266	- 399	- 532	1265	1797	2530	3263	3795	6526	13252	
42	-- 66	- 133	- 267	- 400	- 535	1270	2005	2541	3276	4011	6553	13306	48
	-- 67	- 134	- 268	- 403	- 537	1275	2013	2551	3289	4027	6678	13356	
	-- 67	- 135	- 270	- 405	- 540	1280	2021	2561	3302	4042	6604	13408	
	-- 67	- 135	- 271	- 407	- 543	1286	2029	2572	3315	4058	6630	13460	
43	-- 68	- 136	- 272	- 408	- 545	1291	2036	2582	3327	4073	6655	13511	47
	-- 68	- 137	- 274	- 410	- 548	1296	2044	2592	3340	4088	6680	13561	
	-- 68	- 137	- 275	- 412	- 550	1301	2052	2602	3353	4104	6706	13613	
	-- 69	- 138	- 276	- 414	- 553	1306	2059	2612	3366	4119	6732	13664	
44	-- 69	- 138	- 277	- 416	- 555	1311	2067	2622	3378	4134	6757	13714	46
	-- 69	- 139	- 279	- 418	- 558	1316	2074	2632	3390	4148	6781	13763	
	-- 70	- 140	- 280	- 420	- 560	1321	2082	2642	3403	4164	7007	14014	
	-- 70	- 140	- 281	- 421	- 563	1326	2089	2652	3416	4179	7032	14064	
45	-- 70	- 141	- 282	- 423	- 565	1331	2097	2662	3428	4194	7056	14113	45

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	..71	.142	.284	.426	.568	1336	2104	2672	3440	4208	7080	14161	
	..71	.142	.285	.427	.570	1341	2111	2682	3452	4223	7105	14211	
	..71	.143	.286	.429	.573	1346	2119	2692	3465	4238	7130	14260	
46	..71	.143	.287	.431	.575	1350	2126	2701	3477	4252	7154	14309	44
	..72	.144	.288	.433	.577	1355	2133	2711	3489	4267	7178	14356	
	..72	.145	.290	.435	.580	1360	2140	2721	3501	4281	7202	14405	
	..72	.145	.291	.436	.582	1365	2147	2730	3513	4295	7226	14452	
47	..73	.146	.292	.438	.585	1370	2155	2740	3525	4310	7250	14501	43
	..73	.146	.293	.440	.587	1374	2162	2749	3537	4324	7274	14548	
	..73	.147	.294	.442	.589	1379	2169	2759	3548	4338	7297	14595	
	..74	.148	.296	.444	.592	1384	2176	2768	3560	4352	7321	14643	
48	..74	.148	.297	.445	.594	1389	2183	2778	3572	4367	7345	14690	42
	..74	.149	.298	.447	.596	1393	2190	2787	3584	4380	7368	13736	
	..74	.149	.299	.449	.599	1398	2197	2796	3595	4394	7391	14782	
	..75	.150	.300	.450	.601	1402	2204	3005	3607	4408	7414	15028	
49	..75	.150	.301	.452	.603	1407	2211	3015	3618	4422	7437	15075	41
	..75	.151	.303	.454	.605	1412	2218	3024	3630	4436	7460	15120	
	..76	.152	.304	.456	.608	1416	2224	3033	3641	4449	7482	15166	
	..76	.152	.305	.457	.610	1421	2231	3042	3652	4463	7505	15211	
50	..76	.153	.306	.459	.612	1425	2238	3051	3664	4476	7528	15256	40

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··76	·153	·307	·461	·615	1430	2245	3060	3675	4490	7550	15300	
	··77	·154	·308	·462	·617	1434	2251	3069	3686	4503	7572	15345	
	··77	·154	·309	·464	·619	1438	2258	3077	3697	4516	7594	15388	
51	··77	·155	·310	·466	·621	1443	2265	3086	3708	4530	7616	15433	39
	··77	·155	·311	·467	·623	1447	2271	3095	3719	4543	7638	15476	
	··78	·156	·313	·469	·626	1452	2278	3104	3730	4556	7660	15521	
	··78	·157	·314	·471	·628	1456	2284	3112	3741	4569	7682	15564	
52	··78	·157	·315	·472	·630	1460	2291	3121	3752	4582	7704	15608	38
	··79	·158	·316	·474	·632	1464	2297	3129	3762	4594	7724	15649	
	··79	·158	·317	·475	·634	1469	2303	3138	3773	4607	7746	15692	
	··79	·159	·318	·477	·636	1473	2310	3147	3784	4620	7768	15736	
53	··79	·159	·319	·479	·638	1477	2315	3155	3794	4633	7788	15777	37
	··80	·160	·320	·480	·640	1481	2322	3163	4004	4615	8009	16019	
	··80	·160	·321	·482	·643	1486	2329	3172	4015	4658	8030	16060	
	··80	·161	·322	·483	·645	1490	2335	3180	4025	4670	8051	16103	
54	··80	·161	·323	·485	·647	1494	2341	3188	4036	4683	8072	16144	36
	··8	·162	·324	·486	·649	1498	2347	3197	4046	4695	8092	16185	
	··81	·162	·325	·488	·651	1502	2353	3205	4056	4707	8112	16225	
	··81	·163	·326	·489	·653	1506	2359	3213	4066	4719	8132	16265	
55	··81	·163	·327	·491	·655	1510	2363	3221	4076	4739	8152	16305	35

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	..82	.164	.328	.492	.657	1515	2371	3229	4086	4743	8172	16345	
	..82	.164	.329	.494	.659	1518	2377	3237	4096	4755	8192	16385	
	..82	.165	.330	.495	.661	1522	2383	3244	4106	4767	8212	16424	
56	..82	.165	.331	.496	.663	1526	2389	3252	4116	4779	8232	16464	34
	..83	.166	.332	.498	.665	1530	2395	3260	4125	4790	8251	16502	
	..83	.166	.333	.500	.667	1538	2401	3268	4135	5002	8270	16540	
	..83	.167	.334	.501	.668	1537	2406	3275	4144	5013	8289	16579	
57	..83	.167	.335	.502	.670	1541	2412	3283	4154	5025	8309	16618	33
	..84	.168	.336	.504	.672	1545	2418	3291	4164	5038	8320	16656	
	..84	.168	.337	.505	.674	1549	2424	3298	4173	5084	8347	16694	
	..84	.169	.338	.506	.676	1553	2429	3306	4182	5059	8365	16731	
58	..84	.169	.339	.508	.678	1556	2435	3313	4192	5070	8384	16768	32
	..85	.170	.340	.510	.680	1560	2440	3320	4201	5081	8402	17004	
	..85	.170	.341	.511	.682	1564	2446	3328	4210	5092	8420	17041	
	..85	.170	.341	.512	.683	1567	2451	3335	4219	5103	8439	17078	
59	..85	.171	.342	.514	.685	1571	2457	3342	4225	5114	8457	17114	31
	..85	.171	.343	.515	.687	1575	2462	3350	4237	5125	8475	17150	
	..86	.172	.344	.516	.689	1578	2467	3357	4246	5135	8492	17185	
	..86	.172	.345	.518	.691	1582	2473	3364	4255	5146	8510	17220	
60	..86	.173	.346	.519	.692	1585	2478	3371	4264	5156	8528	17256	30

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20
	·· 86	· 173	· 347	· 520	· 694	1589	2483	3378	4272	5167	8545	172
	·· 87	· 174	· 348	· 521	· 696	1592	2488	3385	4281	5177	8562	173
	·· 87	· 174	· 348	· 522	· 697	1595	2493	3391	4289	5187	8579	173
61	·· 87	· 174	· 349	· 523	· 699	1599	2499	3398	4298	5198	8596	173
	·· 87	· 175	· 350	· 525	· 701	1602	2504	3405	4306	5208	8613	174
	·· 87	· 175	· 351	· 526	· 703	1606	2509	3412	4315	5218	8632	174
	·· 88	· 176	· 352	· 528	· 704	1609	2514	3418	4323	5228	8647	174
62	·· 88	· 176	· 353	· 529	· 706	1612	2519	3425	4331	5238	8663	175
	·· 88	· 176	· 353	· 529	· 707	1615	2523	3431	4339	5247	8679	177
	·· 88	· 177	· 354	· 531	· 709	1619	2528	3438	4344	5257	8696	175
	·· 88	· 177	· 355	· 532	· 711	1622	2533	3444	4356	5267	8712	176
63	·· 89	· 178	· 356	· 534	· 712	1625	2538	3451	4364	5276	8728	176
	·· 89	· 178	· 357	· 535	· 714	1628	2543	3457	4371	5286	8748	176
	·· 89	· 178	· 357	· 535	· 715	1631	2547	3463	4379	5295	8759	177
	·· 89	· 179	· 358	· 537	· 717	1634	2552	3469	4387	5304	8774	177
64	·· 89	· 179	· 359	· 538	· 719	1638	2557	3478	4395	5314	8790	177
	·· 90	· 180	· 360	· 540	· 720	1641	2561	3482	4402	5323	9005	180
	·· 90	· 180	· 361	· 541	· 722	1644	2566	3488	4410	5332	9020	180
	·· 90	· 180	· 361	· 541	· 723	1647	2570	3494	4117	5341	9035	180
65	·· 90	· 181	· 362	· 543	· 725	1650	2575	3500	4425	5350	9050	181

$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	2	3	4	5	6	10	20	
·90	·181	·363	·544	·726	1653	2579	3506	4432	5359	9065	18130	
·90	·181	·363	·544	·727	1655	2583	3511	4439	5367	9079	18159	
·91	·182	·364	·546	·729	1658	2588	3517	4447	5376	9094	18188	
·91	·182	·365	·547	·730	1661	2592	3523	4454	5384	9108	182[illegible]6	24
·91	·183	·366	·549	·732	1654	2596	3528	4461	5393	9122	182[illegible]4	
·91	·183	·366	·549	·7[illegible]3	1667	2600	3534	4468	5401	9136	18272	
·91	·183	·367	·550	·735	1670	2605	3540	4476	5410	9150	18300	
·92	·184	·367	·552	·736	1672	2609	3545	4482	5418	9164	18328	23
·92	·184	·368	·552	·737	1675	2613	3551	4488	5426	9177	18355	
·92	·184	·369	·553	·739	16[illegible]8	2617	3556	4495	5434	9190	18387	
·92	·185	·370	·555	·740	1680	2621	3561	4502	5442	9204	18408	
·92	·185	·370	·555	·741	1683	2625	3566	4508	5450	9217	18434	22
·92	·185	·371	·556	·743	1686	2629	3572	4515	5458	9230	18460	
·93	·186	·372	·558	·744	1688	2632	3577	4521	5465	9243	18486	
·93	·186	·372	·558	·745	1691	2636	3582	4528	5473	9256	18512	
·93	·186	·373	·559	·746	1693	2640	3587	4534	5481	9268	18537	21
·93	·187	·374	·561	·748	1696	2644	3592	4540	5488	9281	18[illegible]62	
·93	·187	·374	·561	·749	1698	2648	3597	4546	5496	9293	18586	
·93	·187	·375	·562	·750	1701	2651	3602	4555	5503	9305	18611	
·93	·187	·375	·562	·751	1703	2655	3607	4558	5510	9317	18635	20

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··94	·188	·376	·564	·752	1705	2658	3611	4564	5517	9329	18658	
	··94	·188	·377	·565	·754	1708	2662	3616	4570	5524	9341	18682	
	··94	·188	·377	·565	·755	1710	2665	3621	4576	5531	9352	18705	
71	··94	·189	·378	·567	·756	1712	2669	3625	4582	5538	9364	18728	19
	··94	·189	·378	·567	·757	1715	2672	3630	4587	5545	9375	18750	
	··94	·189	·379	·568	·758	1717	2675	3634	4593	5551	9386	18773	
	··94	·189	·379	·568	·759	1719	2679	3639	4598	5558	9397	18795	
72	··95	·190	·380	·570	·760	1721	2682	3643	8640	5565	9408	19016	18
	··95	·190	·380	·570	·761	1723	2685	3647	4609	5571	9419	19038	
	··95	·190	·381	·571	·762	1725	2688	3655	4614	5577	9429	19059	
	··95	·191	·382	·573	·764	1728	2692	3656	4620	5584	9440	19080	
73	··95	·191	·382	·573	·765	1730	2695	3660	4625	5590	9450	19100	17
	··95	·191	·383	·574	·766	1732	2698	3664	4630	5596	9460	19121	
	··95	·191	·383	·574	·767	1734	2701	3668	4635	5602	9470	19140	
	··96	·192	·384	·576	·768	1736	2704	3672	4640	5608	9480	19160	
74	··96	·192	·384	·576	·769	1738	2707	3676	4645	5614	9490	19180	16
	··96	·192	·384	·576	·769	1739	2709	3679	4649	5619	9499	19199	
	··96	·192	·385	·577	·770	1740	2712	3683	4654	5625	9509	19218	
	··96	·192	·385	·577	·771	1743	2715	3687	4659	5630	9518	19236	
75	··96	·193	·386	·579	·772	1745	2718	3690	4663	5636	9527	19254	15

	⅛	¼	½	¾	1	2	3	4	5	6	10	20	
	..96	.193	.386	.579	.773	1747	2720	3694	4668	5641	9536	19272	
	..96	.193	.387	.580	.774	1749	2723	3693	4672	5647	9546	19290	
	..96	.193	.387	.580	.775	1759	2726	3701	4676	5652	9553	19307	
76	..97	.194	.388	.582	.776	1752	2728	3704	4681	5657	9562	19324	14
	..97	.194	.388	.582	.777	1754	2731	3708	4685	5662	9570	19344	
	..97	.194	.388	.582	.777	1755	2733	3711	4689	5667	9578	19357	
	..97	.194	.389	.583	.778	1757	2736	3714	4693	5672	9586	19373	
77	..97	.194	.389	.583	.779	1758	2738	3717	4697	5677	9594	19389	13
	..97	.195	.390	.585	.780	1760	2740	3721	4701	5681	9602	19401	
	..97	.195	.390	.585	.781	1762	2743	3724	4705	5686	9610	19420	
	..97	.195	.390	.585	.781	1763	2745	3727	4708	5690	9617	19435	
78	..97	.195	.391	.586	.782	1764	2747	3730	4712	5695	9625	19450	12
	..97	.195	.391	.586	.783	1766	2749	3732	4716	5699	9632	19464	
	..97	.195	.391	.586	.783	1767	2751	3735	4719	5703	9639	19478	
	..97	.196	.392	.587	.784	1769	2753	3738	4723	5707	9646	19492	
79	..97	.196	.392	.588	.785	1770	2755	3741	4726	5711	9652	19505	11
	..98	.196	.392	.588	.785	1771	2757	3743	4729	5715	9659	19519	
	..98	.196	.393	.589	.786	1773	2759	3746	4733	5719	9666	19532	
	..98	.196	.393	.589	.787	1774	2763	3748	4736	5723	9672	19[illegible]44	
80	..98	.196	.393	.589	.787	1775	2767	3751	4739	5727	9678	19556	10

	1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
	··98	·197	·394	·591	·788	1776	2765	3753	4742	5730	9684	19568	
	··98	·197	·394	·591	·789	1778	2767	3756	4745	5734	9690	19580	
	··98	·197	·394	·591	·789	1778	2768	3757	4746	5736	9693	19587	
81	··98	·197	·395	·592	·790	1780	2770	3760	4750	5740	9701	19603	9
	··98	·197	·395	·592	·790	1781	2772	3762	4753	5744	9706	19613	
	··98	·198	·395	·592	·791	1782	2773	3764	4766	5747	9710	19624	
	··98	·198	·395	·592	·791	1783	2775	3766	4758	5750	9717	19634	
82	··98	·198	·396	·594	·792	1784	2776	3768	4761	5753	9722	19644	8
	··99	·198	·396	·594	·792	1785	2778	3770	4763	5756	9726	19653	
	··99	·198	·396	·594	·793	1786	2779	3772	4765	5758	9731	19663	
	··99	·198	·396	·594	·793	1787	2780	3774	4768	5761	9736	19672	
83	··99	·198	·397	·595	·794	1788	2782	3776	4770	5764	9740	19680	7
	··99	·198	·397	·595	·794	1788	2783	3777	4772	5766	9745	19680	
	··99	·198	397	·595	·794	1789	2784	3779	4774	5769	9748	19697	
	··99	·198	·397	·595	·795	1790	2785	3780	4776	5771	9752	19704	
84	··99	·198	·397	·595	·795	1791	2786	3782	4778	5773	9756	19712	6
	··99	·199	397	·595	·795	1791	2787	3783	4779	5775	9759	19719	
	··99	·199	·398	·596	·796	1792	2788	3785	4782	5777	9763	19726	
	··99	·199	398	·597	·796	1793	2789	3786	4783	5779	9766	19732	
85	··99	·199	·398	·597	·796	1793	2790	3787	4784	5781	9769	19739	5

1/8	1/4	1/2	3/4	1	2	3	4	5	6	10	20	
·99	·199	·398	·597	·797	1794	2791	3789	4786	5783	9772	19745	
·99	·199	·398	·597	·797	1795	2792	3790	4787	5785	9775	19750	
·99	·199	·398	·597	·797	1795	2793	3791	4789	5786	9778	19756	
·99	·199	·399	·598	·798	1796	2794	3792	4790	5788	9780	19761	4
·99	·199	·399	·598	·798	1796	2794	3793	4791	5789	9782	19765	
·99	·199	·399	·598	·798	1797	2795	3794	4792	5791	9785	19770	
·99	·199	·399	·598	·798	1797	2796	3794	4793	5792	9787	19774	
·99	·199	·399	·598	·798	1797	2796	3795	4794	5793	9789	19778	3
·99	·199	·399	·598	·799	1798	2797	3796	4795	5794	9790	19781	
·99	·199	·399	·598	·799	1798	2797	3796	4796	5795	9792	19784	
·99	·199	·399	·598	·799	1798	2798	3797	4796	5796	9793	19787	
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2798	3798	4797	5797	9795	19790	2
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2798	3798	4798	5797	9796	19792	
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3798	4798	5798	9797	19794	
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3799	4799	5798	9798	19796	
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3799	4799	5799	9798	19797	1
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3799	4799	5799	9799	197[illegible]8	3/4
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3799	4799	5799	9799	19799	1/2
·99	·199	·399	·599	·799	1799	2799	3799	4799	5799	9799	19799	1/4
100	·200	·400	·600	1000	2000	3000	4000	5000	6000	10000	20000	

Basis l. Sohle.

SCHOLION II.

51. Hactenus de apparatu geometriae subterraneae, et subsidiis, edisserui, sequitur, ut de ipsa fodinarum dimensione agatur: cuius quaestionis *duo casus* sunt, alter, *ubi compasso uti licet*, cum nempe ferri minera magneticae acus directionem non perturbat, alter, *in ipsis ferri fodinis metiendis* locum habet.

PROBLEMA III.

52. *Fodinas metiri, in quibus acus magnetica a ferri minera non turbatur.*

RESOLVTIO PRIMA.

1. Mensor in fodinam descendat, eiusque conditiones contempletur, inprimis uti sciat, ubi et qua ratione instrumenta commode disponi, et ad dimensionem adhiberi possint.

2. Antequam mensionem aggrediatur, praeparet sibi in pugillaribus classes numerorum inscribendorum, quas cum suis titulis laterculus sequens, significat.

3. Funiculo cochlea firmato, uel manu in summo putei ab operae socio prehenso, demittatur suspensum ex eodem pondus, quantum nempe recta altitudo permittit, donec aliquem putei parietem feriat, mensureturque huius fili perpendicularis longitudo, et (subtracta tamen funiculi portione, quae supra uel extra puteum extensa fuit) in pugillaribus scribatur, addito angulo, qui hic est 90 gr. cum titulo cadentis lineae, (*fallendes*) nam hora in puteis perpendicularibus nulla obseruatur. Ceterum surgentium et cadentium specuum conditiones in nostris indicibus latinis literis S. et C. significabuntur.

1. Loca uel plagae mundi.	2. Fod. ſurgent uel cadent.	3. Gradus et partes libellae.	4. Vlnae et octau. funiculi.	5. Digiti.	6. Horae Compaſſi.	7. Octauae p. horae.	8. Signa.

4. Quando uero acceſſus ad ſubterraneos ſpecus obliquus eſt, tunc ſecundum eius, uel parietis, ductum funiculus dirigatur, ita tamen, ut nullibi latus parietis ſtringat, ſed libere iuxta eundem extendatur, et cochleis utrimque alligetur; hinc in medio funiculi libella ſuſpendatur, eaque, niſi uncorum ſuorum elaterio fixa haereat, ligneis paxillis firmetur, ne in decliui funiculo prouoluatur, et obſeruetur obliquus angulus, (§. 45.) quem perpendiculum libellae in ſemicirculo definit, hunc angulum, una cum funis longitudine, et conditione ſpecus ſurgentis uel cadentis, (§. 8.) in pugillares, ſpeciatim in claſſes 2. 3. 4. 5. refer. alii in puteis obliquis libellam e funiculi duobus extremis atque adeo bis ſuſpendunt, ut eo accuratius angulum reperiant, uerum, ſi bene tenſus eſt funiculus, et nullibi, uti decet, parietem cauernae ſtringit, ſemel ſuſpenſa libra angulum deſideratum rite manifeſtat.

5. Tollatur a funiculo libra, et ex eodem ſuſpendatur compaſſus, ſemper prorſum (h. e. in eam regionem, in quam es progreſſurus) conuerſo puncto ſeptentrionis; (§. 28.) nimirum collocata intra ſuſpenſum annulum ſitu horizontali pyxide, obſerua horam et horae partem octauam, quam cuſpis acus magneticae, poſtquam requieuit, indicat, hoſque numeros prioribus

ribus in indice, classe 6. 7. adscribe, in classe autem prima quadrantis, cui horae competunt, signum, se. or. me. occ. (§. 5. nota.

6) Vt eo certior reddaris de exacta horae definitione, compassum quoque alia in parte tensi funiculi appende, et horam respice, haec si cum priore consenserit, recte se habet declinatio obseruata; si minus respondeat priori, aut in compasso est uitium, aut ferri subest minera, quae magnetis impedit uirtutem. Affert praeterea VOIGTELIVS *p. 103.*) hanc cautionem, ut *conuerse in funiculo suspendatur compassus*, *prorsum directo puncto meridiei*, siquidem, ubi alia hora ac in priore positione, et ita una uitium compassi, significatur, inter horas indicatas media pro uera putatur.

7. Eo loco, ubi uel perpendiculum incidit, uel, quo alterum funiculi extremum, cochlea fixum fuit, iterum funis, per sequentem fodinam, quamdiu eius rectitudo permittit, continuetur, (quando tamen cauerna longior est, consultum iudicatur, funem non ultra sex ulnas uel orgyias metallicas extendere, ne suo uel instrumentorum pondere curuetur, aut fallat obseruationem lineae inclinationis) fortiterque adductus, parallelo cum pariete alterutro fodinae situ, cochlea figatur, iterumque, libellae et compassi adminiculo, positus ad horizontem, et conuersio in mundi partes inuestigentur, et cum longitudine funis in indices referantur.

8. Quando occurrunt in cauernis loca quaedam notabilia, u. gr. aestuaria, putei noui, sursum deorsumue porrecti, cuniculi, uenaeque laterales, signa lapidibus insculpta, extrema specuum, eadem quoque competentibus locis in pugillaribus notentur.

9. Imo specus diuergentes, et ad latus uel deorsum pro-

ducti, simili artificio secundum situm duplicem measurentur, et numeri diligenter in tabulis scribantur.

RESOLVTIO SECVNDA.

Eadem specuum dimensio fieri quoque potest compasso iacente, nempe:

1. Iterum demittitur per puteüm, perpendiculum, et longitudo funis notatur; ubi incidit perpendiculum, ibi compassus, horizontali situ, collocatur, ita ut acus quieta accurate immineat lineae meridianae; fit autem haec positio, uel cuneis ligneis subiectis, uel compasso fulcro cuidam imposito, ut beneficio globi in matrice mobilis, situs horizonti parallelus ei conciliari queat.

2. Deinde operae socius trahet funiculum, quousque cauernae longitudo permittit, et mensor extremum alterum funis, cui chorda tenuior alligata est, extendet super centrum compassi, ducetque regulam mobilem, ut eius linea fiduciae subsit funiculo, ita enim regula horam illius specus manifestabit. *Figur. 14.*

3. Similiter in progressu se geret mensor, atque ita compasso iacente linearum directiones reperiet. Pro inclinationibus uero earundem reperiundis, libellam adhibebit, uti in priore solutione est explicatum.

4. Si inuentio directionis fodinae, ope talis compassi, qui exiguam acum habere solet, taediosior aut non satis certa uideatur, adhibeat pyxidem alteram, in cuius centro regula, cum unco potest poni, qualis figura 15 describitur; sic enim regula funis, cum quo connexa est, directionem commodius patefaciet. *Figur. 15.*

CON-

CONSECTARIVM.

53. Ex ultimae ſolutionis conſideratione cuiuis perſpicuum eſt, eam ob ſpecuum anguſtiam, et quia in obſeruanda hora facilius, quam in compaſſo penſili, error committitur, priori merito poſtponi. uid. VOIGTEL. *pag. 113.*

PROBLEMA IV.

54. *Ferrifodinas metiri.*

RESOLVTIO PRIMA.

1. Alliga in principio fodinae funiculum, et ſecundum axem uel parietem eius extende, et in *b* cochlea fige. *Figur. 9.*

2. Metire funem, et ſuſpenſa ex eodem libella, angulum quaere.

3. Et quia in aditu ferrifodinarum non adeo magna magnetis perturbatio timenda eſt, ſuſpende ex primo fune compaſſum, duobus locis, nota horam directionis, et ſi acus non eaſdem circuli horarii partes indicat, utroque extremo, elige horam, quae in ſummo, quod in ſuperficiem terrae protenditur, monſtrabatur, nam ibi minus cohiberi uim magneticam uerisſimile eſt, horam autem in indice diligenter annota.

4. Tende alium funiculum *be* per ſequentem meatum, atque eum cochlea firma, et libellam applica.

5. Vt habeatur angulus ab utroque funiculo in b factus, alium funem *cd* ita duobus prioribus applica, ut rectus ſit, nec a pariete aliquo cauernae curuetur. Metire deinceps lineas cb, bd, cd, et numeros in pugillares refer; ſuſpende etiam ex funiculo *cd* libellam, ſi placet, et quando ſine curuatione funium ab, be fieri poteſt.

6. Ita continua reliquorum meatuum dimensionem, et poteris etiam ferri fodinarum flexus indicare, et in charta exhibere; quo autem id artificio agatur, postea docebitur.

RESOLVTIO SECVNDA.

Cum prior modus, etsi accuratior et perfectior, tamen basium et perpendiculorum inuentionem, et ipsam descriptionem uestigii specuum laboriosissimam efficiat, excogitarunt mensores Figur. 16. alium, qui circulis horariis, quos §. 39. seq. laudaui, absoluitur. Nimirum

1. Sicuti antea ope compassi quaere primi funiculi directionem.

2. In fine illius funiculi, super ligno transuersario pone horizontali situ circulum horarium, et funiculum cum altero, qui per centrum circuli ducitur, connecte; tum uolue circulum, Figur. 18. donec funis horam attingat, quam compassus indicauerat; sit funiculus primus *a b*, accurate a meridie in septentrionem ductus, nota igitur in pugillaribus h. 12. Se. et ita orbem horarium cochleis ligno affige.

3. Quaere eiusdem funis angulum inclinationis, quem libella definiet.

4. Relinque fixum circulum, et funem tolle, eiusque extremum annulum annecte unco, qui prope centrum circuli est, et eundem funem secundum sequentis specus axem, quousque libet, profer. Vbi commode funis finitur, in ligno iterum pone horizontalem alium circulum horarium, *e*, et eum sic dispone, ut linea *b c e f* secet arcum *f s*, aequalem arcui *f c*, h. e. ut parallelum positum habeant diametri duorum circulorum, et hoc situ stabilem orbem secundum redde. Arcus *f c* notatus in pugillaribus, dabit funiculi secundi directionem. Cuius deinceps inclinatio libella indagatur.

5. Aufer

5. Aufer priorem circulum *b*, et in tertiam cauernam procede, et similiter quaere directionem funis *eb*, et singulas horas notatas solito more in indicem scribe, una inuestigata inclinatione ad horizontem.

6. Quoniam autem semper horizontali situ orbes horarii poni debent, siquidem lineae plagarum mundi, sunt radii horizontis sensibilis, (§. 34. *astron. sphaer.*) attamen in ualde inclinatis, cadentibus u. gr. specubus, cum funiculus ex centro circuli, per eius superficiem, trahi commode nequit, ea propter relinque funem, secundum directionem specus porrectum, et supra eum circulum horizontalem fige, ut centrum eiusdem funi immineat, deinceps perpendiculum, in funem apice suo cadens, iuxta circuli peripheriam, demitte, et nota in peripheria horam uel horae partem, quam perpendiculi filum stringit, eamque habe pro angulo conuersionis funiculi in mundi partem; nam linea illius plagae horizontalis, ex centro orbis educta, per filum perpendiculi esset transitura. Pari ratione operare in specubus surgentibus. Fulcrum sustinendis circulis horariis accommodatum, describit Dn. BEYER *Geom. subterr. Part. VI. Prop. XXX.*

7. De modo, in charta repraesentandi specuum sic mensuratorum axes, infra agetur.

SCHOLION I.

55. Hanc metiendi fodinas praxin germani uocant, *das Abziehen derer Gebäude*, item *den Gruben Zug*.

SCHOLION II.

56 Vt modus inscribendi in indices numeros angulorum, funiculorum, horarum, una cum eorundem resolutione, clarius intelligatur, non abs re uidetur, peculiari problemate de hoc argumento agere.

DEFI-

DEFINITIO XVII.

57. Resolutio numerorum in fodinis inuentorum, (*Resolvirung des Gruben-Zugs*) nominatur artificium, quo, pro hypotenusis et angulis datis, perpendicula et bases quaeruntur, et una cum suis angulis in peculiari indice ordinantur.

PROBLEMA V.

58. *Resolutionem numerorum modo explicatam rite peragere.*

RESOLVTIO.

Quemadmodum exemplum hic propositum docet, fiant classes titulis suis distinctae, et ex tabulis perpendiculorum et basium, eo modo quem supra §. 48. copiosius tradidi, pro hypotenusis et angulis, perpendicula et bases querantur, et cum numeris respondentibus comparentur, inprimis uero perpendicula specuum cadentium et surgentium distinguantur, ita resolutio quaesita absoluetur.

1. Loca mundi.	2. Cad. et surgent.	3. Gradus libellae.	4. Vln. et 8uae funic.	5. Digiti.	6. Horae Compassi.	7. Octau. p. hor.	8 Bases. Vlnae	Octauae	Digiti	9 Catheti surgentium. Vlnae	Octauae	Digiti	10 Catheti cadentium. Vlnae	Octauae	Digiti	11. Signa.	12. Annotationes.
—	Surg.	90	$\frac{1}{2}$	—	—	—	–	–	—	–	4	—	–	–	—	—	distantia puncti prensionis ab horizontali.
SE.	cad.	1	4	—	1	$7\frac{1}{4}$	3	7	9	–	–	—	–	–	55	—	
OR.	c.	4	$1\frac{1}{2}$	—	3	$3\frac{1}{2}$	1	3	9	–	–	—	–	–	82	—	
SE.	c.	1	$4\frac{3}{4}$	4	1	$2\frac{3}{4}$	4	6	3	–	–	—	–	–	65	—	hinc sub dist. $2\frac{5}{8}$
SE.	c.	$\frac{1}{4}$	$4\frac{3}{4}$	—	12	$5\frac{1}{2}$	4	6	—	–	–	—	–	–	15	—	Vln. et sub h. 6. uena transuersa.
SE.	c.	1	$2\frac{1}{4}$	—	2	$4\frac{1}{4}$	2	–	9	–	–	—	–	–	30	—	hinc sub dist. $\frac{3}{4}$
OR	ſ.	$\frac{1}{4}$	6	4	3	$4\frac{1}{4}$	6	–	—	–	–	20	–	–	—	—	Vln. et sub h. $10\frac{1}{2}$
OR.	c.	4	$3\frac{1}{2}$	—	3	$5\frac{1}{4}$	3	3	9	–	–	—	–	1	94	—	uena transit.
OR.	c.	$1\frac{1}{2}$	6	3	3	$1\frac{1}{4}$	6	–	2	–	–	—	–	1	25	—	
OR	c.	$4\frac{1}{4}$	5	3	3	$2\frac{1}{4}$	5	–	2	–	–	—	–	2	98	—	
OR.	—	—	5	5	3	$7\frac{3}{4}$	5	–	5	–	–	—	–	–	—	—	
OR.	c.	$2\frac{1}{4}$	2	3	3	1	2	–	2	–	–	—	–	–	62	—	usque ad parietem
OR.	—	—	$2\frac{7}{8}$	—	3	$4\frac{1}{4}$	2	7	—	–	–	—	–	–	—	—	ostii cuniculi (*Stollens Mundloch*)
SE.	c.	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	3	1	4	2	1	2	–	–	—	–	1	39	†	usque ad lineam
	c.	90	$\frac{3}{4}$	8	—	—	–	–	—	–	–	—	–	6	80	—	horizontalem.
										-	4	20	2	1	45	—	

SCHOLION I.

59. Ex hoc syllabo apparet 1) quod ubi nullus libellae angulus indicatur, linea sit horizontalis. 2) cathetum surgentium specuum, utpote minorem, subtractum a catheto cadentium, relinquere 1½ Vln. 2. dig. pro casu, siue pro perpendiculari distantia superficiei aquae a linea horizontali per extremum cuniculi ostium producta.

SCHOLION II.

60. Quia eorum, quae circa fodinarum dimensionem et comparationem necessaria sunt, inuentio sine ichnographia fieri nequit, de ea ut nunc explicetur, ordo iubet.

DEFINITIO XVIII.

61. *Ichnographia* est descriptio uestigii specuum subterraneorum, siue areae, in quam meatus huc illuc reflexi, et horizontali situ repraesentati, diffunduntur.

CONSECTARIVM.

62. Putei igitur perpendicularis uestigium ostium praebet, atque sic etiam delineatur.

PROBLEMA VI.

63. *Ichnographiam fodinarum, in quibus compassus adhibitus fuit, delineare.*

RESOLVTIO.

1. Resolue dimensiones in specubus captas, et perpendicula ac bases quaere pro hypotenusis, et in tabulas refer. (§. *59.*)

2. In tabula horizontali pone et cera affige folium chartae.

3. Compassum insere instrumento lineationis, et idem ita dispone, ut primae lineae horam *b c* indicet, deinde duc cerussa iuxta latera instrumenti lineam obscuram, et eius magnitudinem scala mensuratam defini;

4. Simi-

4. Similiter secundum angulos respondentes delinea bases reliquas, et deinceps ductibus parallelis meatuum latitudines repraesenta, et postquam cerussa fecisti prima figurae lineamenta, tum etiam distinctius lineis atramento signatis eadem describe.

5. Illud per se perspicuum est, semper compassi locum §. prorsum, uti in fodina factum est, uertendum esse.

6. Adde figurae signa in fodinis obseruata, et speculum transuersariorum loca, et appinge scalam, qua bases es dimensus.

Exemplum talis ichnographiae, instrumento lineationis, ad ductum numerorum §. 58. laudatorum factae, exhibet Figura 20.

SCHOLION.

64. Praecipiunt mensores, ut eodem, quo mensiones captae sunt loco u. g. intra aedes fodinae uicinas, ichnographia absoluatur, ne quando longius discessum inde est, turbet pragmatiam murata acus magneticae declinatio.

CONSECTARIVM.

65. Quando compasso iacente in fodinis geometra usus est, eodem etiam ichnographia simili fere modo fit. Siquidem bases inuentae secundum eosdem in charta angulos disponuntur, quos hypotenusae speculum interceperunt.

PROBLEMA VII.

66. *Ichnographiam ferrifodinarum describere.*

RESOLVTIO.

Casus primus, quando solis funiculis directio speculum mensurata est. (§. 54. n. 1.) *Figur. 9.*

1. Quia primae lineae situs compassi beneficio innotuit, eadem instrumento lineationis, in charta scribitur, et pro baseos magnitudine definitur.

Figur. 19. 2. Verum, pro inueniendo flexu sequentis lineae bq, haec monita obseruanda sunt. Scilicet sit triangulum cbd horizontaliter exhibendum, separata figura propositum. ex ea apparet, lineas cb, bd, xd, singulas habere sua perpendicula et bases, quae angulis inclinationis competunt. Et si infima horizontalis zyd, ducatur, et catheti by, cz demittantur, erit perpendiculum bx illud, quod hypotenusae cb debetur, alterum by est pro funiculo bd, tertium cz pro fune cd: et quia cz, xy sunt parallelae; erit $cz = xy$ (§. 77. Geom.) est autem $xy = by - bx$, ex quo fluit modus, reperiundi basin zd; nempe quaerantur catheti funium cb, bd, et sumatur eorum differentia $= xy =$ cz: porro, data hypotenusa cd, numeris definita, quadratum eiusdem sumatur, et a □ cd demantur □ cz, et supererit □ zd (§. 195. Geom.) extractaque radice, (§. 154. Arith.) ipsa basis zd innotescet. Cognitis basibus, triangulum cbd componatur, et linea be ducatur, quae funiculi sequentis, in fodina inuenti, basi aequalis est; et similiter his sequentium angulorum determinatio instituatur.

Casus secundus, quando circuli horarii in specubus fuerunt adhibiti.

1. Iterum baseos primi funiculi positio compasso notata, instrumento lineationis signetur.

2. sequentesque ductus facili opera transportatorio circulari, annectuntur; nempe applicatur illius centrum extremo primae baseos, et mouetur ille orbis, donec prior linea peripheriae circularis punctum in pugillaribus scriptum indicat; tum respicitur etiam angulus funiculi sequentis, et prope orbem horarium respondens punctum cerussa uel stili apice in charta designatur; deinceps ex centro per hoc punctum linea producitur, et magnitudo baseos, ex scala accepta resecatur. Eodem modo reliquae bases componuntur.

DEFI-

DEFINITIO XIX.

67. *Mensio subdialis* (*der Tage-Zug*) uocatur praxis, qua linearum supra terram, siue in superficie terrae extensarum, situs, tum qua inclinationem ad horizontem, tum qua conuersionem ad plagas mundi, inuestigatur et definitur.

CONSECTARIVM.

68. Itaque in hac quoque dimensione libella, et compassus officium suum facient, si ex goniodicte baculo imposito, suspendantur.

PROBLEMA VII.

69. *Mensionem subdialem instituere.*

RESOLVTIO.

1. Eligatur tempus, quo aer tranquillus est, ut in libella perpendiculum, et in compasso acus, accurate optatas circulorum partes designent. Tale autem tempus plerumque matutinum est.

2. Praeparetur in pugillaribus tabula, pro numeris inscribendis, qualis supra §. 52. n. 3. praescripta est.

3. Funiculus assumatur 6 uel 10 ulnarum, uel saltem non multo maior, alias enim pondere suo, postquam extremis in baculis annexus est, nimium trahitur, et curuatur. Quin mihi uidetur quoque consultum, praeter funem catenam adhibere, et eadem longitudinem funiculi, metiri, si forte eius contractionem, quae in solo, pruinis aut rore madido, cito contingere solet, suspicari possis. Debet autem funis in extremis annulos habere, in quos baculorum summa immittantur.

4. Alligetur in principio lineae, v. g. in summo putei, funiculus, tum recta procedatur eo, quo linea mensuranda porrigitur, et quando funis est 6 ulnarum, tanto interuallo a

principio baculus statuatur, et funiculi tensi annulus eidem imponatur.

5. Suspendatur ex fune libra, et postea etiam compassus pensilis, prorsum conuerso septentrionis signo, et in indicem referantur, gradus libellae, hora compassi, una cum longitudine funis.

6. Ita pergendo, donec ad extremum lineae perueniatur, facta erit mensio subdialis.

7. Seruatur autem funiculi longitudo eadem, tum quia plerumque in patente campo licet, tum quia ad calculum facilitandum conducit. Si uero areae conditio non patitur eandem funiculi magnitudinem, alia quoque pro lubitu assumi potest, modo diligenter ulnae in pugillaribus annotentur.

PROBLEMA IX.

70. *Mensionis subdialis ichnographiam facere.*

RESOLVTIO.

1. Resoluatur prius mensio supra terram facta, et bases funibus et angulis debiti inueniantur.

2. Eodem modo, quo speeuum subterraneorum uestigia delineata sunt, etiam flexus basium, mensionis in superficie telluris peractae, describantur, et erit ichnographia quaesita absoluta.

SCHOLION.

Figur. 20. 71. Exemplum tale esto. Scire cupio, quantum ab ostio cuniculi *b* usque ad locum *i*, unde puteus ad eundem cuniculum demittendus est, surgat terrae superficies; id manifestabit mensio subdialis, prout numeri cum resolutione sequente tabula referunt: et iisdem accomodata est figura 20. in qua bases inuentas, beneficio instrumenti lineationis et scalae geometricae, composui.

MENSIO

MENSIO SVBDIALIS RESOLVTA.

1. Loca mundi.	2. Cad. et surgent.	3. Gradus libellae.	4. Vln. et 8uae funic.	5. Digiti.	6. Horae Compassi.	7. Octau. p. hor.	8 Bases. Vlnae	Octauae	Digiti	9 Catheti surgentium. Vlnae	Octauae	Digiti	10 Catheti cadentium. Vlnae	Octauae	Digiti	11. Signa.	12. Annotationes.
—	f.	90	$\frac{3}{4}$	8	—	—	—	—	—	—	6	80	—	—	—	—	a lin. horiz. ad punct. prehensionis.
ME.	f.	$29\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	—	12	$\frac{1}{4}$	1	4	1		6	88	—	—	—	—	usque ad palum primum c.
OC.	f.	$5\frac{1}{4}$	$10\frac{5}{8}$	2	3	$\frac{3}{4}$	10	4	8	—	7	78	—	—	—	—	ad palum d.
OC.	f.	$4\frac{1}{2}$	$10\frac{5}{8}$	3	3	5	10	5	—	—	6	67	—	—	—	—	ad palum e.
OC.	f.	9	$10\frac{3}{8}$	6	3	$\frac{3}{4}$	10	2	5	2	1	56	—	—	—	—	ad palum f.
ME.	f.	$4\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	8	2	2	10	4	5	—	6	26	—	—	—	—	ad palum g.
ME.	f.	$6\frac{1}{4}$	$10\frac{1}{2}$	7	2	2	10	4	2	1	1	20	—	—	—	—	ad palum h.
ME.	f.	7	$9\frac{1}{8}$	5	2	$4\frac{1}{4}$	9	—	9	1	—	90	—	—	—	—	ad palum sept. et ult. i. siue ad machinam tractoriam puteo imminentem.
										8	6	05					
S.	c.	77	$3\frac{3}{4}$	5	11	5	—	6	8	—	—	—	3	5	69	—	Hinc in ipsum puteum perrectum est.
	c.	90	$\frac{1}{2}$	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	50	—	
													4	2	19		

Figur. 20.

CON-

CONSECTARIVM.

72. Facta cathetorum additione, apparet, superficiem terrae ab ostio cuniculi usque ad puteum *i* surgere 8 Vln. 6 octau. s. $\frac{3}{4}$, et quia supra §. 59. notatum est, distantiam horizontalium per punctum ostii extremi, et per principium dimensionis, ductarum, esse $1\frac{5}{8}$ Vln. 2. dig. dum puteus, teste §. praec. altitudinem $4\frac{3}{4}$ Vln. 1. dig. habet, sequitur, superesse, $2\frac{7}{8}$ Vln. 7. dig. per quam lineam puteus debet continuari, ut horizontalem cuniculi attingat.

PROBLEMA X.

73. *Inuenire altitudinem perpendicularem loci alicuius subter terram, uel a terrae superficie, uel ab alio loco subterraneo.*

RESOLVTIO.

1. Quando in mensione fodinarum surgentes et cadentes specus miscentur, accipe utriusque generis, nempe surgentium et cadentium, summas, et minorem a maiore aufer, residuum monstrabit altitudinem, uel depressionem perpendicularem, unius loci ab altero.

V. gr. in nostro exemplo §. 58. erat summa cathetorum surgentium 4. oct. 2. dig. et summa cadentium est 2. Vln. 2. oct. $4\frac{5}{10}$ dig. ergo facta subtractione, relinquitur 1. Vln. 5. oct. $2\frac{3}{10}$ dig. pro perpendiculari depressione loci primi ab ultimo.

2. Similiter ab alio loco subterraneo perpendicularis distantia habetur, si, pro summa cathetorum constituenda, inde initium ducatur.

3. Quod si uero distantiam a loco supra terram scire desideres, componatur mensio subterranea cum subdiali, et utriusque perpendicularis ascensus uel descensus quaeratur; nam etiam horum summa uel discrimen quaesitum aperiet.

V. gr.

V. gr. aſcendat ſuperficies terrae a principio menſionis ad aliquem puteum $8\frac{3}{4}$ Vln. ſpecuum uero perpendicularis deſcenſus, ab eodem initio uerſus eundem puteum, eſt 4. Vln. ſumma $12\frac{3}{4}$. dabit totam profunditatem a puteo ad imi loci lineam horizontalem, quando autem aſcendit mons, et aſcendit quoque ſpecus uſque ad aliquem terminum, differentia perpendiculorum, dabit altitudinem optatam.

SCHOLION.

74. VOIGTELIVS p. 98. ubi de computandis baſibus et perpendiculis, quae hypotenuſis et angulis datis competunt, egit, etiam regulam commendat, pro examine calculi inſtituti, talem: ſumatur ſigillatim ſumma baſium, perpendiculorum et hypotenuſarum, ex ſummis prioribus fiant quadrata, eademque addantur, et ex aggregato radix quaeratur, ſi haec aequalis eſt ſummae hypotenuſarum, putat recte ſe habere factae menſionis reſolutionem, et fundamentum huius praecepti in theoremate pythagorico quaerit. Enimuero pythagorae inuentum, quod ad unum tantum triangulum rectangulum pertinet, ad plura et diſſimilia irrito labore trahi, analytica demonſtratio probat. Sint triangulorum perpendicula a et c, baſes b et d, hypotenuſae x et y, erit *Figur. 21. Tab. 3.*

$$\square\, a + c = a^2 + 2ac + c^2, \text{ et}$$
$$\square\, b + d = b^2 + 2bd + d^2$$
$$\square\, x + y = x^2 + 2xy + yy \quad (\S.28.\ \text{Analyſ.})$$

et per theor. pyth.

$$a^2 + b^2 = x^2$$
$$\text{et } c^2 + d^2 = yy$$

extractaque radice

$$\sqrt{a^2 + b^2} = x$$
$$\sqrt{c^2 + d^2} = y$$

et ſecundum hypotheſin praecepti Voigteliani foret

$$a^2 + 2ac + c^2 + b^2 + 2bd + d^2 = x^2 + 2xy + yy$$

ſubſtituto ualore xx et yy

$$a^2 + 2ac + c^2 + b^2 + 2bd + d^2 = a^2 + b^2 + 2xy + c^2 + d^2$$

et aequalibus ablatis,

$$2ac + 2bd = 2xy$$

et $ac + bd = xy$

Iterum substitutis aequipollentibus x et y

$$ac + bd = \sqrt{a^2 + b^2} . \sqrt{c^2 + d^2}$$

facta irrationalium multiplicatione, (§. 26. Anal.)

$$ac + bd = \sqrt{c^2a^2 + c^2b^2 + a^2d^2 + b^2d^2}$$

ut signum radicale tollatur, fiat quadratum ex $ac + bd$, et fiet

$$a^2c^2 + 2acbd + b^2d^2 = c^2a^2 + c^2b^2 + a^2d^2 + b^2d^2$$

deletis aequalibus

$$2acbd = c^2b^2 + a^2d^2,$$

sequeretur ergo ex hac hypothesi, duo haec facta ultima aequalia esse, id quod promiscue sumtis perpendiculis et basibus, fieri nequit. Interim tamen ex theor. pythagorae constat, omnino promiscue sumta perpendicula et bases, siquidem angulum rectum capiant, triangulum rectangulum formare; illustratio exemplo speciali facta rem totam clariorem reddet, sint perpendicula 8 et 14 bases 10 et 18

per theor. pyth. erit $8^2 + 10^2 = \square$ hypotenusae $= 164$

et $14^2 + 18^2 = \square$ hypotenusae $= 520$

sed secundum superiorem hypothesin foret

$$(8 + 14)^2 + (10 + 18)^2 = 484 + 784 = 1268 = 684$$

quod manifesto ueritati repugnat.

Attamen datur casus, quo regula VOIGTELII bene sese habet, nempe, quando triangula rectangula aequales habent angulos, et similia sunt, ut ualeat analogia, (§ 92. Geom.)

$$a : b = c : d \text{ ubi } \frac{bc}{a} = d$$

siquidem substituto in aequatione

$$2abcd = c^2b^2 + a^2d^2$$

ualore d et d^2, prodit

$$2abc . \frac{bc}{a} = c^2b^2 + a^2 . \frac{b^2c^2}{a^2}$$

hoc est

$$2b^2c^2 = 2b^2c^2$$

Vel

Vel assumantur duorum triangulorum rectangulorum similium latera numeris definita, eadem ueritas quodammodo elucescit, etsi additis laterum quadratis numeri prodeant irrationales, quorum radix praecisa et rotunda non reperitur. Sint unius trigoni crura 4, 5, alterius 16, 20, quorum ratio quadrupla est; fiet summa quadratorum priorum 16 † 25 ═ 41, posteriorum 256 † 400 ═ 656, ideoque sunt quadrata hypotenusarum 41 et 656, ipsae hypotenusae proxime sunt $6\frac{2}{5}$ et $25\frac{3}{5}$, quarum ratio itidem quadrupla est, quia $6\frac{2}{5}$ X 4 ═ $25\frac{3}{5}$. Summa hypotenusarum est 32. eadem fere prodit, si colligantur in summam bases 5 † 20 et catheti 4 † 16, et ex summa quadratorum 625 † 400 ═ 1025, radix eruatur $31\frac{22}{100}$, h. e. fere 32, pro summa hypotenusarum, quia perfecta extractio locum non habet.

PROBLEMA XI.

75. *Lineam rectam horizontalem in campo ducere.*

RESOLVTIO.

Casus 1. Quando aequalis est terrae superficies, ut liber per eam prospectus pateat, quilibet intelligit, rectam lineam horizontalem, baculis positis, et mensuratis, funiculo horizonti parallelo, eorum interuallis, donec integram longitudinem lineae componant, definiri. Praeterea, si ex tenso inter baculos funiculo, uel si malis ex goniodicte, suspendatur compassus, hora quoque in quam linea dirigenda est, reperietur.

Casus 2. Quando inaequalis est terrae superficies, sed tamen talis, quae non impedit progressum, per lineam rectam: tum qua area plana est, determinatio lineae fiat, eo quem diximus, modo, ast ubi intercedunt colles, montesque, tum in locum baseos horizontalis hypotenusa succedit. Sit 1) sursum in colle *Figur.* 12.
Dh determinanda linea horizontalis 6. Vln. in radice collis pone *Tab.* 2.
baculum, et super eum fige goniodictem, quaere primum compasso lineae directionem, deinceps dirige instrumenti mobile crus uersus summum collis, et e regione colloca baculum AD,

metire

metire lineam AC, quae sit 10 Vln. et suspensa libella inueni angulum C, 10 gr. deinde pro hoc angulo basin BC. (§. 48) 9678, et tandem pro basi *g C* 6 Vlnar. ob similitudinem triangulorum ABC, et *e g C*, infer

BC	AC	gC	eC.
9678:	10 =	6:	6073

assume hanc lineam in hypotenusa *e C* et perpendiculo demisso ex *e*, baculum in *i* statue, ita in accliui superficie linea, horizontali gC respondens, dabitur. Similiter 2) si deorsum, ex A uersus C in decliui solo indicanda esset linea aliqua; iterum quaere lineae horam, et hypotenusae AC angulum et longitudinem, et inueni *Af* hypotenusae portionem, basis *Bb* portioni accommodatam; ubi uero 3) propter nimiam montis decliuitatem uel accliuitatem, non licet assumere talem hypotenusam, quae ad integram basin definiendam sufficiat, oportet duabus pluribusue partibus eam componi.

Casus 3. Quando uel ob collium praecipitia, uel propter
Figur. 13. Tab. 2. alia obstacula imperuia, recta procedere non permittitur, fiat mensuratio linearum ac, cd, de, ef, per ambages positarum; et diligenter huius mensionis superterraneae, directiones, et anguli annotentur. (§. 69.) deinde, ubi suspicio est, appropinquare has ambages ad lineam definiendam, figatur ultimus baculus, et suo loco relinquatur, hinc tertio ichnographia huius mensionis describatur, (§. 70.) et in principio ducatur secundum horam debitam linea recta *ab*, tum appropinquatio, uel etiam concursus linearum per ambages ductarum habetur; et si tandem, recte secundum plagas mundi posita ichnographia, applices, ad ultimum baculum f, instrumentum lineationis, poteris, uel perpendiculi *fr*, uel obliquae lineae *fb*, quae usque ad extremum rectae in solo indicandae pertingit, situm obseruare, ipsam uero lineam, *fr*, *fb*, scala metiri. Qua cognita, applicato ad baculum localem f goniodicte, ex quo compassus

passus pendet, baculis ulterius constitutis, lineae *fr*, uel *fh* longitudinem, et ita alterum lineae *ab* extremum, terminabis.

CONSECTARIVM.

76. Etsi forsan quaeratur non extremum lineae, sed medium aliquod in ea punctum, plane eodem artificio id manifestabis, si circa idem in mensione substiteris, et tandem in ichnographia uerum positum indagaueris.

PROBLEMA XII.

77. *Loca in superficie terrae subterraneis respondentia inuenire.*

RESOLVTIO PRIMA.

Si a principio fodinae, v. g. puteo, capti, et in ichnographia descripti anguli directionum, una cum lineis horizontalibus adiacentibus, eodem ordine, quo semet in specubus subterraneis exceperunt, supra terram, beneficio goniodictici instrumenti, disponantur, et baculi locales statuantur, tandem quodlibet punctum subter terram alii supra terram oppositum reperies. Enim uero quia minimus error in angulis et lateribus commissus, per totam praxin diffunditur et augetur, hac solutione infrequentius artifices utuntur.

RESOLVTIO SECVNDA.

Per lineam rectam; nempe ducatur a principio mensionis *Figur.* 11.
ad punctum, quod subterraneo in ichnographia competit, *Tab.* 2.
linea recta Hi, eademque scala mensuretur, tum, recte prius in partes mundi conuersa ichnographia, imponatur lineae HI organum lineationis, et hora in compasso obseruetur; et secundum huius horae ductum, baculis positis, determinetur lineae IH longitudo, (§. 7) ita reperietur punctum I supra terram, quod alteri eiusdem nominis infra terram, imminet. Verum etiam haec methodus, quando per inaequale solum

 et

et per ambages proceditur, difficultates suas habet, et errori occasionem dare potest.

RESOLVTIO TERTIA.

Funiculo indefinito. (*mit der verlohrnen Schnur*)

1. Ponitur facta specuum ichnographia, quoniam ex eadem innotescit, circa quam regionem, et in qua distantia, supra terram punctum, dato infra terram incumbens, haereat, sume funiculum longum 6 uel 10 ulnas, et progredere uersus illud punctum in campo libero, et utrimque in extremis funiculi pone baculos, (uel in principio funiculum in machina tractoria putei alliga, et altero tantum in fine palum statue)

2. Deinde ex fune tenso libellam, postea etiam compassum, suspende, et ita angulum inclinationis et directionis, cum longitudine funis, in pugillares refer.

3. Ita porro mensionem subdialem continua, donec suspicio est, te prope punctum quaesitum peruenisse; et illo loco palum fige.

4. Domi fac ichnographiam mensionis subdialis, (§. 70) ita quidem, uti ex eodem principio ducatur, tum haec ipsa, *Figur. 10.* tum antea quaesita uestigii specuum descriptio, quemadmodum in figura adiecta *b c d n m* ichnographia specuum, et *a x y e* uestigium mensionis subdialis est.

5. Sic enim manifestum fiet, quantum figurarum, iuxta se positarum, fines *e* et *m* distent, et qualem situm mutuum habeant; nempe applicatur ad *e* instrumentum lineationis, et hora lineae *e m* notatur, scalaque eiusdem extensionis magnitudo mensuratur.

6. Hinc accede ad palum localem *e*, et secundum horam, quam compassus sub goniodicte indicabit, lineam cognitam

e m

em baculis determina, et ipsum punctum, siue locum *m*, palo itidem signandum, cognosces.

CONSECTARIVM I.

78. Vltima solutio prioribus absque dubio praestat. Siquidem abstinet a laboriosa incertaque uel lineae rectae determinatione, uel imitatione multorum angulorum; sed id unice agitur, ut ichnographiae mensionis sub terra et supra terram, componantur. Si igitur saltem debita diligentia utramque quaesieris, non est de accurata puncti optati definitione dubitandum. Accedit his, quod, quia in instituenda mensione subdiali, mensori liberum est, quam uelit in progressu tenere uiam, possit euitare multa obstacula, quae cum taedio et erroris periculo superanda erant, si uellet uel secundum lineam rectam, uel per angulorum anfractus pergere. Conf. Dn. BEYERI *Geom. Subt. p. 156.* idem, eo loco, et sequentibus propositionibus, plura et perspicua mensionum exempla affert.

SCHOLION.

79. Interim proposita a VOIGTELIO p. 112. monita hic notanda sunt. 1. ut eo loco, quo mensio facta est, etiam ichnographia elaboretur, ne in locis remotioribus, mutata magneticae acus declinatio, pragmatiam perturbet. 2. ut supra terram funes non nimis longi adhibeantur, siquidem, cum leue uitium in angulis admittitur, illud tanto plus nocet, tantoque magis augetur, quanto lineae sunt longiores.

CONSECTARIVM II.

80. Porro ex dictis fluit praxis mensionis proprie sic dictae, (*das Vermessen*) quando a geometra spatium terminatur, intra quod demensa (*die Maassen*) fodinarum, quorum alicui ususfructus a principe concessus est, continentur.

CONSECTARIVM III.

81. Praeterea apparet, cognito termino supra terram, posse uicissim ei respondens punctum sub terra in cryptis monstrari, conuersa

conuersa superioris problematis praxi. germ. *Lochsteine in die Grube fällen.* Conf. §. 14.

SCHOLION.

82. Qualis autem quolibet loco mensurarum proportio in usu sit, geometra a metallariis, uel iis, qui fodinis praefecti sunt, facile rescisceet; differunt enim demensi magnitudines uariis in locis; teste SCHOENBERGIO *u. Leben p. 62*, spatium quod metalla indagaturis princeps, per magistrum metallicorum, tanquam feudum uel emphyteusin, sub conditione decimarum praestandarum, concedit, habet 7 uln. pro longitudine, et 7 uln. pro latitudine, uocatur quadratum; (*die Vierung*) clausum spatium uel claustrum (*Wehr*) duo quadrata, fodina (*Fundgrube*) tria clausa spatia, demensum (*Maas*) duo claustra s. 28 ulnas complectitur; consulatur etiam D. HERTWIG *Berg-Buch. u. Lehn. wehr. maassen.* &c. Freybergae 60 ulnae sunt horizontale latus fodinae, *Fundgrube*, 40 ulnae competunt demenso *einer Maasse*: teste Dn. BEYERO p. 80.

PROBLEMA XIII.

83. *Inuenire lineam rectam, per quam ad cryptas breuissima uia accedi possit.* (germ. *einen Durchschlag anzugeben*)

RESOLVTIO.

Casus I. *Quando a terrae superficie ad specum penetrandum est.*

Figur. 22. 1. Velim accedere ex B ad D, uel eo puteum agere. primo omnium, quaere supra terram punctum B, quod imminet puncto D. (§. 77)

2. Quaere ex casu cryptarum et areae subdialis, perpendiculi BD longitudinem, (§. 73) et satis fiet petito.

Casus II. *Quando a specu ad uicinum cupis penetrare.* (germ. *ein Querschlag*)

Figur. 23. 1. Proponuntur copulanda puncta cryptarum G et F. fac initium mensionis a puncto alterutro v. g. F, et eam sursum, per puteum supra terram, continua, usque ad puteum, qui ad

uicinam

uicinam cauernam ducit, (§. 52. 69.) ingredere etiam puteum, donec suspicari potes, ex collectis numeris, te similem utrimque perpendicularem locorum profunditatem obtinuisse.

2. Fac ichnographias tuae mensionis, (§. 64. 71.) connexas, et si iam in desiderata horizontali linea extrema mensionis repereris, (nam si nondum id factum est, progrediendo uel regrediendo illum situm reperies) applica instrumentum lineationis ad puncta G et F, et horam lineae eo ducendae, et fossoribus indicandae inuenies; simile exemplum est linea D F. Fig. 11. longa 9¾ Uln. et ducenda sub hor. 10, 4⅛.

3. Cum autem cryptarum copulandarum, v. g. punctorum H F diuersae sunt horizontales, quaeri oportet, quanto F sit altius, quam H, (§. 74.) et quia in triangulo GFH duo crura nota sunt, inde hypotenusa innotescet, (§. 47.) horam autem in ichnographia compassus manifestabit. in fig. 11. linea I L designat uiam ex cuniculo I M, ad puteum A, quae 24⅛ Uln. longa, et in hor. 7. directa est. *Figur. 11.*

SCHOLION I.

84. Quando sursum copulandae sunt cryptae, v. g. ad aquas ex superiore in inferiorem cuniculum auertendas, cauto opus est, ne fossores, aqua attenuatum parietem perrumpente, mergantur. Quem in finem cum aliquo usque perrectum fuit, praelonga tereba modicum aperitur foramen, ut aqua sensim prius abducatur. vid. VOIGTEL. p. 139.

SCHOLION II.

85. Satis actum est de cryptis ducendis et metiendis; sequitur caput de uenis metallicis, earumque iudicio et mensione; quod quidem implicatius est, quia hic subinde fallunt spem nostram, dubii delitescentium in terrae uisceribus metallorum indices, dum nimirum meliores ignorantur; optarem ut hoc caput, speciatim, quoad uenarum diiudicationem, uberius excultum, et plenius, a uiro experientia talium rerum satis instructo, elaboratum esset, quippe quod ad felicem metallorum indagationem uel maxime conducit; uerum, cum hactenus

 non

non nisi sparsim aliquas de eo obseruationes scriptores habeant, ego uero de propriis experimentis gloriari nequeam, mihi id duntaxat efficiendum intelligo, ut ex iis, quae alii metallorum periti tradiderunt, seligam inprimis ea, in quibus geometriae usus cernitur, et quae ad uenas iam detectas spectant. Interea etiam hic breuis ero, quia difficile est, de uenis agere, nisi quis in rem praesentem ducatur. Conf. AGRICOLAE *de Re Metallica Lib. III. p. 30. seq.* BERMANNVS *siue de Re Metallica dialogus, p. 442. seq.* LÖHNEYSS *de Metallis Part. I. f. 13. seq.* inprimis uero lectu digna sunt, quae Dn. DE OPPEL *Geom. Subt. Part. II. Sect. II. §. 515. seq.* de uenarum discrimine et reptatu uario latius exposuit.

DEFINITIO XX.

86. *Vena metallica*, (*ein Gang*) quam fossores specubus suis persequuntur, est in longum per terram porrecta metalli materies, quae a reptatu, quo uenarum sanguinis animantium similitudinem refert, illud nomen accepit. quaelibet uena fossoribus dicitur habere pendentem et iacentem partem; (*das hangende und liegende*) *pendens* est, quae uelut tegumentum uenae sursum iucumbit, *iacens*, in quam uena recumbit.

DEFINITIO XXI.

87. *Fibrae* (*Klüfte*) sunt uenulae, ex trunco ampliore diffusae, transuersae, obliquae, uenae modo coniunctae, modo eidem incumbentes.

SCHOLION I.

88. De notis uenarum AGRICOLA *l. c.* scribit: uenarum omnium, quantum in extensione, longe est optima, quae ab oriente in occidentem extenditur per montis decliue, ita tamen, ut dorsum montis uersus meridiem sit, decliue uero ipsius in septentrionem sensim inclinet; proxima uero bonitate est, quae a media aliqua orientis et meridiei parte, in mediam rursus occidentis et septentrionis extenditur, atque eiusmodi est uena, quam stellam uocari dixi; reliquae autem quanto plus a dictis illis recesserint, tanto minus argenti feraces esse solent. add. *Lib. III. de Re Metall. p. 53.* LOHNEYSS *l. c.*

SCHO-

SCHOLION II.

89. Venarum iamiam apertarum flexus organis suis geometra dimetitur, sed latentium reptatus quandoque metallarius, *uirga metalloscopica*, quam *diuinam* uel *mercurialem* nominant, instructus, in terrae superficie rimari et designare iubetur. Hanc uirgam furcatam, colurnam, fraxinam, salignam, &c. olim haud absque superstitione tractatam fuisse, et ex impuris incantatorum fontibus in metalla defluxisse, AGRICOLA *de Re Metall. Lib. II. p. 27.* censet. Hodie quidem metallici, quod sancte affirmant, a superstitione abstinent, (quamuis de multis contrarium testetur ROESLERVS, *Specul. Metall. Lib. I. Cap. XXXI. §. 9. 12.*) et uirgula utuntur lignea recens secta, uel ex filis cupreis aeneis uel crassiusculis contorta, (alii baculum non furcatum, uel globum plumbeum e filo suspensum adhibent; teste Dn. BEYERO p. 221.) Sed de usu eius, quemadmodum aetate AGRICOLAE, multae et magnae adhuc contentiones sunt. Alii enim eam in uenis inueniendis sibi usui esse aiunt, alii negant. Quidam motionis caussam a ui uenarum, quidam a metallarii, uirgam tractantis, ingenio et intentione arcessunt. Notissimus est VALLEMONTII tractatus, qui inscribitur: *la physique occulte, ou traité de la baguette divinatoire, et de son utilité:* in quo auctor ex philosophiae corpuscularis principiis monstrare nititur, moueri uirgam exhalationibus aquarum, et uenarum metallicarum, corporumque defunctorum, uel etiam corporis furis aut homicidae fugitiui, summa animi anxietate laborantis, et ob perpetuos terrores, et praecipitem fugam, copiosiores solito uapores exspirantis. vid. Cap. 6. 7. 8. Ex contraria parte THEOPHILVS ALBINVS, pseudonymus, in libro germanico, cui titulum fecit: *larua idolo uirgulae diuinae detracta;* in medium allatis pluribus rationibus, docet, uirgulam inuestigandi uenis inutilem, et, propter superstitionis suspicionem, abolendam esse. Quod ad me attinet, mallem ego, ut uirgula metalloscopica, rudi seculo, a superstitiosis uel incautis hominibus inuecta, hodie, clara artibus exculta aetate, ex metallariorum manibus penitus excutiatur et tollatur. Testatissimum enim est inter omnes, usum eius nullum esse, et plerumque homines uirgulae indicatione decipi; vid. ROESLER. l. c. §. 4. 12. Saepe etiam fraus commissa postea apparuit: nec dubito luculentis hisce argumentis aliud addere. Corpus inanimum natura sua iners est, et nisi uel a corpore moto, uel a spiritu, potentia corpus mo-

uendi praedito, pellatur, mutare locum suum non potest. Neutra autem harum uirium in uirgulam diuinam cadit. Etsi enim forsan quis credat, quae communis eorum, qui uirgulae patrocinantur, opinio est, ramuli recentis fibras, succo turgidas, halitu uenarum metallicarum, aut calore manuum, haud aliter, ac magnetem mobilem a ferro uicino, affici et moueri, tamen, quomodo omnis generis metallorum, aquarumue alte, ad, perpendiculum uiginti et plurium orygiarum, latentium, uapores tenues et imbecilles, in uirgulam metallicam, uel globulum plumbeum, uim exerant, declarandum superest; mihi idem prorsus inexplicabile uideri, profiteri non erubesco. Cum praeterea, teste ROESLERO, periculum superstitionis semper metuendum sit, relinquitur, sententiam, quam nunc propugno, saniorem et ueriorem; rhabdomantiam uero metallicorum inanem prorsus et damnandam esse, quod ipsum etiam quotidiana experientia confirmat.

DEFINITIO XXII.

90. *Venae*, tum conuersione in mundi plagas, tum ascensu lapsuque, differunt; prior positio parit diuisionem sequentem; *uena recta* est, (*stehender Gang*) cuius linea directionis (*streichen*) cadit intra horas 12. et 3. *uena porrecta*, (*flacher Gang*) quae dirigitur intra horas 9 - 12. *uena serotina*, (*Spatgang*) quae uertitur intra arcum horarum 6 - 9. *uena matutina*, (*Morgengang*) quae intra horas 3 - 6. continetur.

DEFINITIO XXIII.

91. Pro ascensu uero et lapsu uenarum haec diuisio placuit: *uena erecta*, (*stehender Gang*) cuius inclinatio ad horizontalem non est infra 80 gr. quae nempe aut perpendicularis est, aut a perpendiculo non ultra 10. gr. deflectit; *uena obliqua*, (*donlegter Gang*) cuius inclinatio ad horizontem est infra 80 et 60 gr. *uena aequa*, (*flacher Gang*) cuius inclinatio ad horizontalem est intra 50 et 20 gr. Vbi uero inclinatio uenarum est infra 20 gr. *pendentes* uel *dilatatae* (*schwebende Gänge*) nuncupantur, germanis nonnunquam etiam *Floeze* dicuntur.

DEFI-

DEFINITIO XXIV.

92. Quando uenae conuersionem ad mundi partes saepius mutant, *directio principalis* (*hauptstreichen*) appellatur, quae plerisque communis est.

CONSECTARIVM.

93. Ergo principalis directio, parallelismo plurium uenarum, in eandem mundi partem tendentium, obtinetur.

SCHOLION.

94. Venae, quae lapsu situm continue mutant, et modo erectae, modo obliquae, item in contrarias partes reflexae sunt, *praecipitatae* dicuntur. (*Sie stürzen sich und fallen wiedersinns*) et tales non tam ascensu descensuue, quam a conuersione in mundi partes nominari et distingui debent; tales sunt a, b, c, in fig. 24. vid. VOIGTEL. p. 120.

PROBLEMA XIV.

95. *Venarum situm inuestigare.*

RESOLVTIO.

1. Quando intra cryptas, quae uenas intersecant, hae iam manifestae sunt, applicatur utrique extremo, in iacente et pendente cauernae pariete, funiculus, et suspensa libella et compasso, tum inclinatio tum directio quaeritur.

2. Hinc inuestigata basi, pro angulo dato, etiam in ichnographia fodinae, loco sibi competente, linea quae situm uenae ob oculos ponat, ducitur; tales Fig. 20. occurrunt, quarum situm etiam in mensione cryptarum notaui. §. 59.

CONSECTARIVM.

96. Quando duarum uenarum situs intra terram sic innotuit, inde suspicio ducitur, utrum se sint secaturae, si con-

si continuentur; nempe uenae, quarum distantia infra minor, supra maior deprehenditur, quia conuergunt, se tandem secabunt; secus foret, si contraria earundem positio esset.

PROBLEMA XV.

97. *Inuenire directionem principalem uenarum.*

RESOLVTIO.

Vbi iam aperierunt uenam, et secundum eam specus cauarunt fossores, fiat eorum mensio, et ichnographia, et si quidem, prope eandem horizontalem lineam producantur, quaeratur directio principalis, ex plurium basium parallelismo.

SCHOLION I.

98. Reliqua et intricatiora de uenis capita, ut obliquitas earum, accessus ad easdem, et similia curiosus talium scrutator rerum, non tam figuris, quam descensu in fodinas, et uenarum, uariis reptatibus insignium, contemplatione, melius pleniusque intelliget. Itaque cum etiam ad hanc materiam ulterius colendam aditus a nobis paratus sit, ulteriorem huius argumenti explicationem, nec non de aquis ducendis doctrinam, cuius fundamenta alibi tradita sunt, mittam, et ad descriptiones fodinarum illustrandas progrediar.

SCHOLION II.

99. Enimuero, cum de ichnographia mensionis subterraneae et subdialis copiose supra §. 64. 67. 70. dictum sit, superest, ut de orthographia et scenographia agatur.

DEFINITIO XXV.

100. *Orthographia*, siue profilum, uocatur delineatio, qua mons, in quo fodinae actae sunt, quasi per mediam earum cauitatem sectus sistitur, ut superiorum et inferiorum cryptarum positio, quoad perpendicularem altitudinem, ob oculos ponatur.

PRO-

PROBLEMA XVI.

101. *Orthographiam fodinarum describere.*

1. Ducatur linea horizontalis O M, et super ea erigantur locis competentibus perpendicula O A, Q H, quibus puteorum altitudines normales A N, Q H scalae adminiculo exhibentur, et praeterea parallelis ductibus eorum amplitudines significentur.

2. Quando deorsum a cryptis uel cuniculis alii putei (*gesenke*) acti sunt, etiam ulterius eorum altitudines pingantur. Et profilum fodinarum erit descriptum.

DEFINITIO XXVI.

102. *Scenographia* fodinarum mensoribus nominatur delineatio, quae orthographiam iuxta ichnographiam iunctim refert.

SCHOLION.

103. Alias, apud scriptores opticos, scenographia, integri corporis et laterum eiusdem recedentium, seque contrahentium, picturam significat; uerum accipienda hic sunt uocabula, prouti mensoribus sunt usitata.

PROBLEMA XVII.

104. *Scenographiam fodinarum delineare.*

RESOLVTIO.

1. Describatur secundum leges supra traditas ichnographia IAKM. *Figur.* 11. *Tab.* 2.

2. Eidem subiiciatur orthographia AOM, et demittantur a puteis A, H, item loco terminato i, nec non cuniculi ostio M, rectae perpendiculares, ad horizontalem, quibus coniunctio partium illarum ob oculos ponatur, ita fiet scenographia.

SCHO-

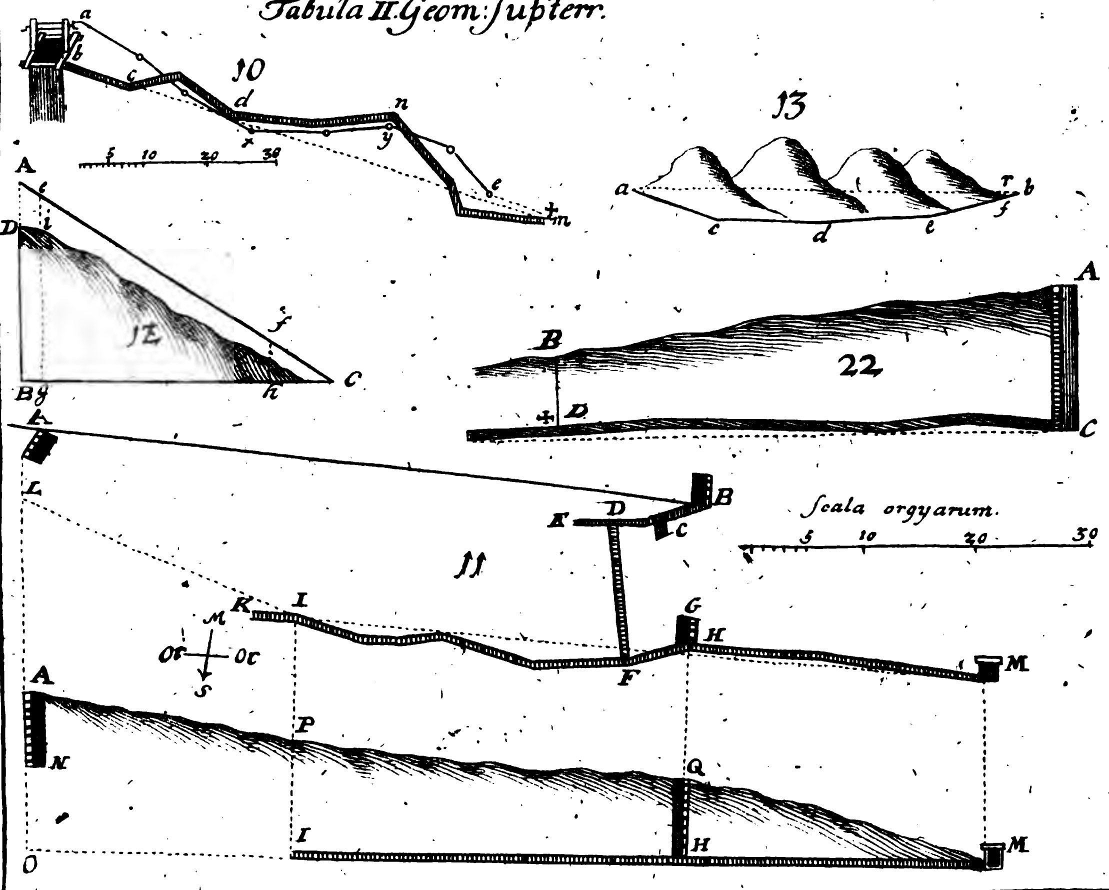
SCHOLION

Figur. 25. 105. VOIGTEL. *p. 191.* desiderat etiam mensionis subdialis ichnographiam, et sequentes praescribit delineationis leges. 1. cryptarum, quae uenas *ab*, *cd*, *ef*, sequuntur, uestigium *abdef* pingit. 2. addit loca puteorum *gh*, *ik*, *lm*, qui super uenarum meatibus erecti sunt. 3. describit ichnographiam mensionis subdialis, *gop qrstu*, 4. quaerit lapsum et ascensus discrimen inter *a* et *m*, idemque scala assumit, et lineam *AB* horizontalem ducit. 5. Super hac horizontali erigit latera puteorum, secundum horam ipsis debitam, quando nempe obliqui sunt, ipsis uero lateribus *gw*, *ix*, *ly* tribuit altitudinem perpendicularem hypotenusae respondentem. 6. tandem, per puteorum summa, montis aream *wxy* ducit. Idem auctor recte monet, non melius intelligi scenographias, quam si corpori v. g. argillae uel ligno, scalae adminiculo, inscribantur, primum altissimi, tum etiam ceteri putei, deinde, per superiora eorum extrema, mensio supra terram, per inferiora, mensio subterranea continuentur; siquidem, facta corporis sectione transuersa, secundum cuiuslibet directionis horam, quaelibet crypta, uenaque, sito recto uel obliquo insculpi, atque ita fodinarum quarumuis positio ad uiuum ueluti repraesentari potest. De figuris in charta membranaue nitide exhibendis praecepta utilia exponit Dn. BEYER. *Geom. Subt.* *p. 224.*



VITEMBERGAE
EX OFFICINA SCHLOMACHIANA




Tabula II. Geom: Subterr.
10
13
12
22
11
Scala orgyarum.
5 10 20 30

Tab: III Geom. subterr.

